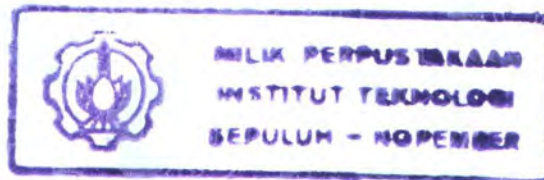


22997/H/05



## TUGAS AKHIR

# ANALISA SYSTEM PROPULSI BERPENGGERAK MOTOR LISTRIK PADA KAPAL KLAS MARUTA JAYA 900 DWT

RSP  
623.873  
Tan  
a-1

Oleh :

**TITIK RUS TANTIN**  
4298 109 005



PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	5-4-2005
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	221852

**PROGRAM STUDI S1 SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2005**

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA SYSTEM PROPULSI BERPENGGERAK MOTOR LISTRIK PADA KAPAL KLAS MARUTA JAYA 900 DWT**

Oleh :

**TITIK RUS TANTIN**

**4298 109 005**

Diajukan sebagai :

**Syarat Kelulusan di Program Studi S1 Sistem Perkapalan**

**Fakultas Teknologi Kelautan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

**PROGRAM STUDI S1 SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2005**

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISA SYSTEM PROPULSI BERPENGGERAK MOTOR LISTRIK PADA KAPAL KLAS MARUTA JAYA 900 DWT**

Oleh :

**TITIK RUS TANTIN**  
**4298 109 005**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing I**

  
**Ir. SARDONO SARWITO, MSc**  
**NIP. 131.651.255**



**Dosen Pembimbing II**

  
**EDDY SETYO K, ST, MSc**  
**NIP. 132.133.978**

**2/3/05**  
**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS**



  
**Ir. SURYO WIDODO ADJI, MSc**  
**NIP. 131.879.390**



Nama : Titik Rustantin  
Nrp : 4298 109 005  
Pembimbing I : Ir. Sardono Sarwito. MSc  
Pembimbing II : Eddy Setyo. ST. MSc

---

## ABSTRAK

*System propulsi kapal adalah suatu system yang digunakan untuk menggerakkan kapal dengan suatu system tertentu. Dan dalam perancangan kapal system propulsi adalah salah satu factor penentu keberhasilan dalam pengoperasian kapal. Hal ini berkaitan dengan kebutuhan kapal yang memberikan konsekuensi signifikans terhadap kerja serta nilai ekonomis kapal terutama pada efek kecepatan dianas yang perlu dicapai.*

*Pada ujicoba laut ada kalanya kapal tidak memperlihatkan performance sebagai mana yang direncanakan, untuk itu perlu kiranya diadakan suatu evaluasi secara umum dalam upaya mendapatkan penyempurnaan – penyempurnaan terhadap desain yang diinginkan.*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah swt yang telah memberikan rahmat serta hidayahnya sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir dengan judul :

### **ANALISA SYTEM PROPULLSI BERPENGGERAK MOTOR LISTRIK PADA KAPAL KLAS MARUTA JAYA 900 DWT**

Penulis sangat menyadari adanya manfaat yang besar dari hasil tugas akhir ini, terutama sebagai tambahan ilmu yang belum pernah didapatkan. Melalui tulisan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Suryo Widodo Adji MSc selaku ketua jurusan teknik sistem perkapalan FTK ITS Surabaya.
2. Bapak Ir. Agoes Santoso MSc, M pil selaku sekretaris jurusan teknik sistem perkapalan FTK ITS Surabaya.
3. Bapak Taufuk Fajar ST, MSc selaku koordinator tugas akhir program study S1 sistem perkapalan FTK ITS Surabaya.
4. Bapak Ir. Asianto selaku dosen wali penulis
5. Bapak Ir. Sardono Sarwito MSc selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan ide, ilmu dan waktunya segalanya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Bapak Eddy Setyo ST, MSc selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan motivasi, nasehat dan semuanya sehingga tugas akhir ini selesai.
7. Para karyawan dan pegawai tata usaha teknik sistem perkapalan .

Penulis menyadari masih ada banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun akan sangat diharapkan.

Surabaya

2005

Penulis

TITIK RUS TANTIN

Puji syukur & ucapan terima kasih....  
 Allah SWT atas karunia segala nikmat dan mukjizat  
 yang tak terhingga dengan terselesaikannya tugas akhir yang benar benar  
 akhir ini.....  
 Thanks you, makasih banyak buat.....  
 Ibu (mamiku) yang tak henti hentinya mencurahkan kasih sayang, doa  
 dan dorongan semangat untukku.  
 Membesarkanku, membimbingku dengan segala petuah petuah  
 yang menjadikan "diriku bisa dianggap ada,  
 dan bukan hanya sebagai penggembira"  
 serta restunya untuk perjalanan hidupku selanjutnya,  
 agar impian dan harapanku yang ada akan menjadi nyata.  
 Makasih atas semuanya... I love you mam... I always love you  
 Buat mas dan mbakku (mas hien & mbak i)  
 kalian adalah keluarga buatku  
 Dan bagaimanapun aku pengen selamanya itu.  
 juga ponakanku dila belajar yang rajin, jadi anak soleh ya...  
 dan buat tante tin bangga,  
 juga sayang kecilku yang paling cakep hafid,  
 cepet gedhe.....jadi anak pinter dalam segala hal,  
 juga adikku elpina rajin bantu ibu ya...  
 makasih untuk pengorbanannya  
 melayani mbak tantinmu.  
 Terima kasih buat keluarga bu sundari kos T-64 tlah menjadi rumah kedua  
 juga adik adikku disini (bayu, deby, yoga, fitri, dan lisa) makasih banyak ya...  
 juga buat keluarga pak surya widodo dan mbak nurul (T-78)  
 adikku (jalu dan menik) belajar yang rajin ya.....  
 dengan memperkenalkan its  
 untuk pertama kalinya terima kasih.....  
 pak martin pelni yang membantu sebanyak banyaknya thanks ya pak,...  
 bapak Sardono dan pak Eddy makasih atas semuanya...segalanya walaupun  
 tantin bukan golongan mayoritas anak its yang baik baik tapi bapak berdua  
 mau apa adanya membimbing, memberi ilmu, motivasi sampai bisa TA....  
 terima kasih banyak, semoga Tuhan mencatat  
 dan membalas semua kebaikan bapak bapak semua.....

special thanks  
 special thank's



Sahabat sahabatku ..... seangkatan & seperjuangan  
dodik ( kamu bikin '98 hidup jadi lebih hidup ( rencana ke jepang jadi ??  
ingat waktu di bandara and ditodong F-16 laras panjang,  
dugem dan hura hura sangatlah menyenangkan but it's over guys  
sekarang waktunya untuk menata masa depan ))  
Terkadang kita harus berdiri tegak ditengah tengah luka itu... seperti katamukan  
hendri ( makasih banget atas semuanya ),  
ikun ( thanks yo... cd room e ). juga  
gambare .... bantuan perhitungan perhitungan pokok thanks sak kabehe,,,  
I wish u all the best in you life coz you are nice guy that I every meet.  
lazim ( kamu baik banget makanya orang selalu pengen jadi temenmu  
( udah kerja kan good luck ), zaini ( no comment lah but thank ngaterin fotonya ),  
imam ( ayo mas, kalau bukan sekarang kapan ? ), candra ( gimana ? lets go... go )  
buat seluruhnya

### .... Hai aku wis lulus yo...

buat angkatan '99 thanks yo ... iink wis terkadang kebahagiaan dekat kok dengan  
kita ), dhanur ( thanks sunjise waktu p3.. gimana endingnya good luck deh ! ), + ivan  
( bareng tofele ) and rino ( suwon sarane ttg limo ' perkoro ) juga heru ( yang  
ngajarin ttg listrik a sampai z ), harry + sahabat basuki lj ( thank yo bantuane  
programe, sing kuwoso sing mbales ),  
dodik lj ( yang nganterin ke pal walaupun gak jadi )  
betty + candra ne ( mbok' de 99 ) kita ketemu ..... singkat, tapi aku bisa belajar  
banyak hal dari kamu ..  
made ( kamu adalah my bestfriend the best,  
sameday the next borneo akan muncul dihadapanmu  
meraih tanganmu  
dan menjadikanmu orang yang paling bahagia ... ya khan ?? pasti )  
tak lupa thanks to panther merah yang selalu mengantarkan  
aku refreasing kalau bad mood,  
my friend sari ( udah gak usah sok cool non,  
kamu butuh kan udah cari aja,  
kmu cantik kok tentu akan mudah juga  
and cari yang care yang siang – malem perhatiin kamu agar kmu bahagia  
( I wish non, sama sama doa ya... ))  
dan seluruh mantan 2.1 trias I love U guys  
T-64 genk, rina ( gimana ?? masih cinta ama yang lama  
dan Nggak bisa melupakan jalanmu masih panjang kok  
its akeh lanang e ayo salah salah satu diantara mereka pasti ada kan ???  
kebahagian harus dicari dan dikejar walau dengan cara memohon sekalipun ),

special thank's  
special thank's



Sulis ( selamat ya..... kebahagiaan telah datang kan,  
Dan biarkan seseorang itu menjadi bintang  
terkadang kita harus melewati seseorang untuk mendapatkan seseorang kan.....  
sambut dia yang baru katakan kamu bahagia dengannya ! o'ke )  
m'ira ( gimana masnya ???  
benarkan semua orang berhak mendapat kebahagiaan  
nah sekarang giliran m'ira ...selamat ya  
(kesabaran tiada batasnya kan mbak dan  
orang sabar pasti dapat yang terbaik, karena itu dari Tuhan ya...kan ))  
special to my soulmate candra ( kamu pasti bahagia dengan  
mencintai seseorang dan dicintai .....  
karena someday seseorang pasti akan datang untukmu yang dapat  
membahagikanmu....  
maksasih buat semua mungkin udah skenario Tuhan  
dengan ketemu dan  
sahabatan denganmu diakhir kuliahku I'm gone miss you ndra,  
eeeeehhhh kamu tau kan impian terbesarku tentang futureku ...he he !!  
keep strech ya girls....)  
kita pasti ketemu nanti setelah semua mimpi jadi nyata...and you know where ? di  
delle alphi tentunya  
just for mr g (thanks for everything saat saat indah itu,  
waktu yang tak akan pernah terganti,  
tak semua orang bisa mengemang semua impian dalam kesepuluh jarinya kan !  
kita beda tapi apa yang kita lakukan tak akan pernah sia sia ??  
Bersatu atau ngak itu tidaklah penting  
karena gimanapun dan bagaimanapun bertemu denganmu  
merupakan hal terindah dalam hidupku  
walaupun kesemua itu tak berujung  
dan menjadikan sebuah lipatan memory yang tak akan pernah bisa diganti  
semoga engkau menemukan cinta sejatimu.....  
.....yang kekal dan selalu ada untukmu).  
To ...My portiere " u see I always be a faithfuler "  
... ..d.g tomy ( kupikir aku tak akan pernah bahagia  
karena meninggalkan seseorang tapi,  
dengan ketemu kamu dan mengenalmu  
aku jadi tau kebahagiaan masih ada untukku

special thank's  
special thank's

kita hanya perlu waktu saja untuk bisa mengetahui dan meraihnya ...  
 its itu indah, its itu sejuk dan its itu. ....  
 kumpulan orang yang pantas untuk dicintai..seperti katamukan  
 sekian banyak hari kulalui denganmu tiada hari yang tak indah kok..!  
 (waktu terasa semakin berlalu tinggalkan cerita tentang kita, akan tiada lagi  
 tawamu yang temani rasa sepi dijiwa  
 ada cerita tentang kita berdua, saat kita bersama, saat kita tertawa )  
 don't cry coz it's over but smile coz it's ever happen  
 makasih. .... makasih untuk semuanya thanks for loving me ).  
 Gigi – ku ( entah kenapa ?? dengan memandangmu dan membayangkannya  
 semangat itu muncul kembali,  
 semangat untuk mendapat yang terbaik dan  
 menjadi yang terbaik untuk mengejar mimpi mimpiku yang pernah hadir  
 dan terbengkalai ,akan kurai demi kamu you are my future I hope( insya Allah )  
 u know something ? you are the one that I love the most in whole world  
 u raise me up. . . u raise me up so I can stan in the mountain,  
 u raise me up. . . u keep me standing tall..and u help me trough it at all.

Semoga Allah Swt mencatat dan membalas semua kebaikan yang telah dilakukan.

special thank's



## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	4
1.3 BATASAN MASALAH	4
1.4 TUJUAN PENULISAN	5
1.5 MANFAAT PENULISAN	6
1.6 METEDOLOGI PENULISAN	6
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1 PROPULSI ELEKTRIK	9
2.1.1 PERKEMBANGAN SISTEM PROPULSI ELEKTRIK PADA KAPAL	12
2.1.2 TIPE SISTEM PROPULSI ELEKTRIK	13
2.1.3 APLIKASI SISTEM PROPULSI ELEKTRIK	14

2.1.4	KONFIGURASI SISTEM PROPULSI ELEKTRIK MARUTA JAYA 900 DWT	16
-------	---	----

2.2	SISTEM PROPULSI ELEKTRIK DENGAN SISTEM DC	18
-----	--	----

2.3	INSTALASI SISTEM PROPULSI	19
2.3.1	MOTOR PROPULSI	19
2.3.2	SISTEM PROPULSI	19
2.3.3	DIESEL GENERATOR	24
2.3.4	GENERATOR DC	27
2.3.5	SWITCH BOARD	27
2.3.6	GENERATOR SINKRON 3 PHASE	32
2.3.7	REVERSE REDUCTION GEAR	32
2.3.8	PROPELLER	33

### **BAB III METODOLOGI**

### **BAB IV ANALISA DAN Pengerjaan**

4.1	KECEPATAN KAPAL	41
4.1.1	KECEPATAN DENGAN TENAGA MOTOR	41
4.1.2	KECEPATAN DENGAN TENAGA MOTOR DAN LAYAR	43
4.2	KEBUTUHAN DAYA LISTRIK	46
4.2.1	KEBUTUHAN DAYA LISTRIK BERLAYAR	

DENGAN TENAGA MOTOR	46
4.2.2 KEBUTUHAN DAYA LISTRIK	
DENGAN TENAGA MOTOR DAN LAYAR	48
4.3 PERFORMANCE LAYAR	53
4.4 KEMUNGKINAN PENYEBAB RENDAHNYA	
PERFORMANCE MARUTA JAYA	57
4.4.1 MOTOR PROPULSI	46
4.4.2 PENENTUAN SPEED	48
4.4.3 DESAIN PRPELLER	71
4.5 INTALASI SISTEM PROPULLSI DENGAN	
MOTOR SNKRON AC	81

## **BAB V KEIMPULAN**

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



*Fly me up to where you are, beyond the distand star*  
.....

*i wish upon tonight to see you smile, if only for awhile to know  
you're there.....*

*a breath away ' not far ..to where you  
are.....*

## BAB I

### PENDAHULUAN





## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pada mulanya electric propulsion merupakan sebuah alternative penggerak utama kapal yang sangat mahal dan kurang efisien. Hal ini terutama disebabkan oleh penggunaan kontruksi motor yang sangat besar dan berat. Kapal harus memiliki dua system elektrik yang terpisah, satu untuk melayani penggerak utama dan satunya untuk melayani permesinan Bantu.

Berkaitan dengan perkembangan yang pesat dari penerapan teknologi elektronika sehingga sekarang ini memungkinkan untuk melengkapi sebuah kapal dengan system elektrik dengan kapasitas tenaga yang tidak terbatas berdasarkan konsep power station.

System ini dengan menggunakan multi motor diesel adalah dilengkapi dengan beberapa system tenaga yang independent yang mana berhubungan satu sama lainnya. Pengadaan tenaga listrik dilakukan secara bersama oleh beberapa buah generator set karenanya variasi tenaga bisa dilakukan secara cepat.



Beban elektrik dan beban propulsi yang diperlukan untuk mendapatkan kecepatan servisnya diperoleh dari main diesel generator set. Effisiensi dari komponen elektik, generator dan converter secara bersama sama dihitung untuk menentukan effisiensi total.

Secara umum system ini menawarkan lebih bebas dalam penempatan komponen didalam kamar mesin juga dengan system operasinya yang lebih fleksibel dengan menempatkan satu atau lebih generator utama. Ini berarti bahwa generator dalam operasinya lebih dapat beradaptasi dengan kebutuhan power yang lebih bervariasi sehingga akan memperkecil kebutuhan untuk biaya perawatan.

Kapal maruta jaya pada perencanaannya menggunakan dua tenaga penggerak yaitu tenaga angin ( layar ) dan tenaga matahari sebagai tenaga alternative yang berfungsi untuk membantu tenaga angin ( layarnya ) apabila diperlukan karena suatu hal maka perencanaan dan pemanfaatannya tenaga matahari tersebut tidak jadi sehingga pada saat ini kapal tersebut menggunakan tenaga angin ( layar ) dan tenaga penggerak motor listrik ebagai tenaga pembantu.

Tenaga angin tersebut digunakan pada waktu kapal sedang berlayar, sedangkan tenaga penggerak motor listrik digunakan untuk berlabuh atau membantu tenaga angin ( layar ) nya jika pemakaian tenaga angin ( layar ) tersebut dalam kondisi dapat difungsikan atau tidak memungkinkan untuk digunakan kapal layar bermotor maruta jaya 900 Dwt menggunakan dua sistem penggerak





propulsi yaitu: mengadopsi layar sebagai penggerak utamanya (main propulsion ) dan motor listrik DC sebagai tenaga penggerak Bantu ( Auxilliary propullion ) system penggerak Bantu kapal ( auxiliary propulsion ) maruta jaya 900 dwt system penggerak Bantu mengaplikasikan electric drive propulsion dengan motor dc sebagai penggerak propellernya.

Secara garis besar terlihat bahwa keseluruhan kebutuhan daya listrik dikapal maruta jaya 900 dwt dilayani oleh dua buah diesel generator AC masing masing berkapaitas 130 kw serta sebuah emergency diesel generator AC yang berkapasitas daya 48 kw sementara itu dua buah generator DC yang terpasang adalah untuk mensuplai kebutuhan listrik DC ke motor DC kapal sebagai penggerak poros propeller.

Pada akhir akhir ini juga dibuat kapal kapal dimana pemutaran baling baling secara tidak langsung, hal ini dapat diterangkan demikian sebagai mesin utama dapat dipakai turbine uap, turbine gas atau motor diesel tetapi poros dari mesin mesin ini tidak dihubungkan langsung dengan poros atau baling baling melainkan dihubungkan dengan poros dari sebuah generator, gigi reduksi mekanis atau gabungan dari keduanya, generator ini akan membangkitkan arus listrik dan arus listrik yang dihasilkan oleh generator ini dipakai untuk mengerakkan sebuah



motor listrik ( elektro motor ) dan poros dari motor listrik ini dihubungkan dengan propeller melalui gigi reduksi atau secara langsung.

Maka motor listrik ditempatkan pada buritan kapal sehingga dengan demikian dapat dihindari pembuatan poro tunnel yang panjang.

Adapun system tenaga penggerak motor listriknya adalah sebagai berikut : diesel menggunakan generator, kemudian generator tersebut mensuplai listrik ke motor listrik yang selanjutnya motor listrik menggerakkan poros propeller melalui gigi reduksi, apabila pemakaian tenaga angin ( layar ) berfungsi dengan baik maka motor listrik dengan poros propeller diputus sehingga berputar dengan cara bebas dengan demikian akan mengurangi tahanan kapal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari hasil uji coba dikeluarkan bahwa tenaga Bantu sistem propulsi kurang mendukung operasional kapal sehingga diindikasikan bahwa tenaga Bantu ( auxiliary power ) untuk system propulsi tersebut relative kecil maka :

- Permasalahan utama di fokuskan pada system propulsi sebagai tenaga penggerak.
- Menganalisa system propulsi electric sebagai alternative.
- Evaluasi pemilihan mesin Bantu dengan performance yang sesuai dengan pengoperasian kapal.

## 1.3 Batasan Masalah







Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan sehingga dalam penulisan tugas akhir sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan.

Karena secara keseluruhan permasalahan propeller atau system penggerak merupakan permasalahan yang kompleks maka analisa tugas akhir ini diberi batasan batasan sebagai berikut.

Adapun batasan pada penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- Perhitungan tahanan sesuai dengan kajian yang dibutuhkan oleh kapal maruta jaya 900 DWT.
- Evaluasi propeller yang sesuai dengan yang dibutuhkan.
- Menganalisa speed dan power permesinan Bantu yang digunakan untuk pemilihan motor dan system penggerak utamanya.
- Tidak adanya perubahan bentuk dari bentuk sebenarnya hanya mengevaluasi motornya.

#### **1.4 Tujuan Penulisan**

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi kurikulum perkuliahan di jurusan system perkapalan dan secara spesifik yang ingin dipelajari dalam tugas akhir ini adalah :



- Mengetahui kemungkinan penyebab terjadinya penyebab tidak tercapainya kecepatan dinas “ Maruta jaya 900 DWT “
- Memberikan alternative pemecahan untuk mengatasi sebab sebab turunnya sehingga tidak tercapainya kecepatan dinasnya.
- Memberikan penyempurnaan alternative elektrik propulsion yang digunakan sebagai penggerak.

### 1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- Dapat dijadikan acuan dalam perencanaan system elektrik propulsin sebagai penggerak.
- Sebagai bahan pertimbangan sehingga dapat diadakannya elektrik propulsion sebagai alternative baru.

### 1.6 Metodologi Penulisan

Metodologi penyusunan tugas akhir ini adalah :

#### a. Study Literature.

Mempelajari teori teori literature seperti :jurnal, seminar , handbook, buku tugas akhir dan catalog dalam rangka mencari referensi untuk mengatasi permasalahan dalam penelitian





**b. Mengumpulkan Data**

Pengumpulan data data yang menunjang penelitian baik desain antara

Lain :

- data kapal utama

pengumpulan data mengenai pemanfaatan energi angin sebagai tenaga penggerak utama dan motor listrik DC sebagai tenaga penggerak Bantu system propulsi data operasional kapal layar, data operasional kecepatan kapal dan data spesifikasi mesin induk dan data spesifikasi propeller dari kapal maruta jaya 900 dwt untuk menunjang analisa dan perhitungan

- perhitungan tahanan kapal, permesinan Bantu dan penggerak utamanya

Setelah melakukan studi literatur dan pengumpulan data maka dilakukan perhitungan tentang besarnya tahanan kapal dengan menggunakan program paket maxsurf dengan metode holtrop selanjutnya melakukan perhitungan daya yang diperlukan oleh motor dc sebagai penggerak utamanya



**c. Analisa Data**

Ditahap ini, dilakukan pengevaluasian terhadap sistem propulsi “ maruta jaya” dan mempelajari performance yang terjadi pada tahap ini juga dikembangkan mengenai sistem propulsi elektrik diharapkan mampu mengatasi problem yang muncul yaitu :

tidak tercapainya kecepatan dinas dan sekaligus melakukan pemilihan kapaitas elektrik berdasarkan perhitungan yang telah dilaksanakan.

**d. Kesimpulan**

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian dimana beberapa kelemahan desain akan dirangkumkan secara jelas dan teliti.



*I'm not a perfect person there are many things I wish I didn't  
do.....*

*I've found a reason for me, to change who I use  
to be.....*

*A reason to Start over new, and ...the reason is  
you.....*

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**





## BAB II

### DASAR TEORI

#### II.1 PROPULSI ELEKTRIK

Umumnya pembangkit tenaga listrik dikapal memakai generator AC sedangkan untuk melayani sistem propulsi motor listrik memakai motor DC tenaga listrik yang disuplai ke motor listrik DC terlebih dahulu dan melewati peralatan penguat daya ( power converter ) yang mengubah AC menjadi DC, sedangkan sistem propulsi DC membutuhkan pengkondisian tenaga tertentu dan motor AC.

Elektrik propulsion telah diterapkan mulai 1930 dan propeller tahun 1980 setelah diterapkannya motor AC yang mudah perawatannya, ringan dan kecil. Saat ini listrik untuk kapal banyak dari generator AC. Sedangkan DC propulsion adalah dari AC di konversikan ke tenaga motor DC bisa digunakan.

Sistem elektrik propulsion dikenal invetasi awalnya adalah relative lebih mahal, banyak memakan tempat dan berat serta banyak losses dibandingkan dengan alat yang sudah ada, tetapi sistem propulsi elektrik ini bisa disusun lebih ringkas karena tidak harus menyatu seperti pada sistem propulsi diesel atau turbin



gas. Propulsi elektrik tidak memerlukan gigi reduksi dan kebutuhan daya yang besar akan cepat tersedia dalam waktu singkat.

Sistem propulsi elektrik dipakai karena kemudahan dalam mengontrol, fleksibel dalam penyusunan dan bisa digunakan dalam gen set yang berlainan tempat. Sistem propulsi elektrik banyak dipakai pada kapal yang membutuhkan manuvering yang tinggi ( seperti kapal ferry, kapal pemecah es, tugboat dan kapal pemetaan ), kapal yang membutuhkan tenaga besar ( seperti kapal pemadam, kapal pengebor, kapal tengker maupun kapal pencari minyak ), kapal yang mempunyai load yang besar ( seperti kapal pesiar ), kapal yang berkecepatan tinggi dan kapal selam.

Dalam waktu dekat semua alat propulsi elektrik akan memakai sistem AC generator, sedangkan sistem propulsi DC adalah hanya mengubah AC menjadi DC sehingga motor DC bisa digunakan. Pembangkit daya AC terdiri dari cycloconverter, false wirth modulated converter dan load commutated inverter.

Sistem propulsi dengan motor DC digunakan pada daya yang rendah antara 600 sampai 10.000 HP sedangkan untuk motor AC dipakai diatas 10.000 hp.

Pemilihan voltase untuk sistem propulsi elektrik harus mempertimbangkan ukuran kabel dan perencanaan mesin yang efisien. Untuk sistem daya pada kelautan, maksimum yang berlaku adalah yang tersedia pada pilihan dimain power bus, ketentuan ini merujuk pada table ANSI atau IEEE C 37. 16.





Keberhasilan dari sistem propulsi elektrik adalah tergantung pada sistem kontrolnya pada alat penggerak, generator dan power converter. Pengontrolan terdiri dari prime mover load sharing ( governor digunakan untuk mengontrol daya yang di delivery sesungguhnya ), generator load sharing ( memakai generator voltage regulator otomatis ), automatic load hedding, power limiting dan propeller blade position control.

Generator yang dipakai adalah untuk sistem penggerak dan kebutuhan lampu pada kapal, diharapkan mempunyai tingkatan kemampuan kerja yang tinggi sesuai standart industri pada 0.8 power factor. Kebanyakan generator yang dipakai untuk penggerak elektrik termasuk untuk kapal pemecah es mempunyai power factor antara 0.7 sampai 0.8. untuk kapal pemecah es yang membutuhkan torsi yang besar maka power factor 0.5 kebawah untuk motor DC dan AC yang besar yang dipakai sebagai penggerak elektrik memerlukan transformator yang digunakan untuk mem – matchkan busbar bertegangan tinggi ke tegangan rendah yang diinginkan dengan memakai static power converter.

Estimasi dari losses pada sistem transformator ini tidak lebih 1 % dari beban yang dibawanya pada sistem filter untuk mereduksi distorsi voltase yang disebabkan oleh aliran harmonic dari penggunaan load – commutated inverter dari penggerak DC dan AC grounding tahanan juga direkomendasikan dipakai untuk membatasi kegagalan penyampaian energi ke peralatan.





## II. 1.1 PERKEMBANGAN SISTEM PROPULSI ELEKTRIK PADA KAPAL

Motor DC terbatas dibawah 8 MW dengan sistem DC/ DC drive yang menerapkan ward Leonard ( W – L ) drive. Sistem AC/ DC drive tenaga yang tinggi yaitu generator DC biasanya diganti dengan generator AC dan converter dengan sistem SCR. *Fungsi dari converter adalah mengubah sinyal AC menjadi DC dan mengumpankan tenaga ke motor DC untuk memutar poro propeller.* Sistem motor DC pada umumnya memakai shunt – wound motor untuk mengatur kecepatan dengan menetapkan voltase pada armaturnya.

Untuk merubah arah putar dengan cara mengubah aliran listrik yang dibutuhkan tenaga menengah sampai tinggi, sistem propulsi dengan motor AC yang memakai generator yang digerakkan oleh diesel kecepatan sedang yang mengumpankan listrik ke *common busbar AC* pada frekuensi konstan 50/60 Hz. Power converter yang dipakai motor AC adalah load communtated inverter ( LCI ), pulse with modivication ( PWM ) dan cycloconverter ( CCV ).

Kerugian motor AC lebih rendah dibandingkan motor DC. Bila motor DC mempunyai kerugian antara 8 % – 12 % sedangkan motor DC kerugiannya antara 10 % - 14 %. Sistem perawatan juga lebih murah motor AC yaitu yang berkaitan dengan commutornya. Kapal yang memakai sistem elektrik



propulsion akan memungkinkan untuk mengoptimasikan seluruh sistem yang dikontrol dari ruang control.

Ada tiga macam perancangan dengan memakai motor diesel yaitu dengan sistem direct drive, geared drive, dan elektirk drive. Keadalan dan effisiensi yang tinggi menjadikan motor diesel banyak digunakan sebagai penggerak utaman pada sistem elektirk propulsion.

Pada dasarnya tidak ada desain khususnya dari sistem sistem mekanik ( misalnya motor, diesel propeller, gear box, thruster ) untuk sistem elektik propulsion. Bagaimanapun beberapa sistem mekanik memerlukan persyaratan khususnya untuk mencapai desain optimal. Untuk sistem elektriknya, saat ini tenaga listrik untuk kapal kebanyakan dihasilkan oleh generator AC. Istilah DC

propulsion mensyaratkan bahwa pada sistem tersebut terdapat sebuah power conditioner yang mengkondisikan AC menjadi DC sehingga motor DC dapat digunakan.

## **II.1.2     TIPE SISTEM PROPULSI ELEKTRIK**

Ada dua tipe dari sistem propulsi motor listrik. Perbedaan dua tipe tersebut terdapat pada pengaturan generator yang digunakan :





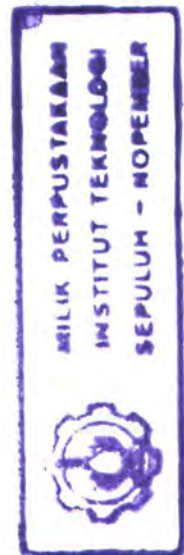
- 1) Generator propeller tidak dipakai untuk servis kapal sebagai contoh : generator yang dihubungkan secara langsung ke turbin putaran tinggi yang memproduksi tenaga listrik baik tegangan maupun frekuensinya tidak berada pada frekuensi standart yang biasanya dipakai untuk servis kapal.
- 2) Generator propulsi yang dapat dipakai baik untuk kebutuhan servis kapal maupun daya propeller secara serempak secara langsung atau melalui transformator penurunan tenaga.

### II.1.3 APLIKASI SISTEM PROPULSI ELEKTRIK

Sistem propulsi listrik biasanya dipakai bilamana diinginkan suatu kemudahan dalam hal control, fleksibilitas dalam peletakan peralatan atau pemakaian aneka penggerak.

Adapun tipe kapal yang menggunakan item propulsi motor listrik adalah sebagai berikut :

- 1) Kapal kapal yang membutuhkan derajat manuver tingkat tinggi seperti kapal ferry, kapal pemecah es, kapal tunda dan kapal pemasangan kabel maupun pipa dibawah laut, kapal kapal tersebut membutuhkan perubahan kecepatan dan perubahan arah baling baling dalam frekuensi yang cukup tinggi.
- 2) Kapal kapal yang beroperasi untuk tujuan khusus seperti kapal pemadam kebakaran, kapal keruk dan kapal kapal pengebor lepas pantai. Kapal jenis ini





membutuhkan tenaga listrik yang besar demi keberhasilan operasi sedangkan tenaga untuk propeller jauh berkurang atau bahkan tidak digunakan lagi ketika kapal tersebut telah sampai ke tempat operasi.

- 3) Kapal kapal yang menggunakan penggerak awal kombinasi putaran tinggi maupun penggerak mula yang tidak mampu berputar, gas turbin dan diesel putaran tinggi adalah tipe dari penggerak awal yang tidak mampu berputar acapkali diinstalasikan dengan mengkombinasikan dengan penggerak awal yang lainnya. Dalam banyak hal motor listrik digunakan untuk membalikkan arah putaran dan memberikan rpm yang rendah sesuai dengan rpm baling baling dan lebih dari itu sistem propulsi motor listrik menggunakan atau menggabungkan dua / lebih penggerak awal yang berbeda seperti COGOG ( kombinasi antara diesel dan turbine gas ) dan COGAS ( kombinaikan antara turbine gas dan uap ).
- 4) Kapal layar motor untuk kapal kapal jenis ini pemakaian motor sebagai tenaga dorong hanya sebagai tenaga bantu saja dipakai jika layar tidak memberikan tenaga dorong yang maksimal dikarenakan angin tidak berhembus dengan baik karena pemakaian sebagai tenaga dorong dalam frekuensi yang rendah adalah sangat efektif menggunakan sistem propulsi motor listrik dikala motor tidak secara penuh dipakai untuk propulsi tenaga listrik dapat dialirkan untuk menggunakan kapal.





- 5) Kapal kapal yang membutuhkan kebebasan pengaturan tata letak permesinan seperti SWATH ( small waterplan area twin hull ) kapal jenis ini baling baling nya berada pada kedua dasar lambung gandanya yang berbentuk silinder diameter dalam sekitar kurang lebih 4 meter.

Dengan kondisi seperti ini diperlukan penggunaan motor listrik sebagai pemutar baling baling sementara penggerak mulanya berada di kamar mesin sistem tranmisi tenaga listrik yang menggunakan kapal memungkinkan kemudahan untuk sistem ini.

#### **11.1.4 KONFIGURASI SISTEM PROPULSI ELEKTRIK MARUTA JAYA 900 DWT**

Konfigurasi system penggerak Bantu kapal ( auxiliary propulsion system elektrik drive ) maruta jaya 900 adalah sistem penggerak Bantu yang mengadopsi elektrik drive propulsion dengan mengaplikasikan motor DC ebagai penggerak utamanya.

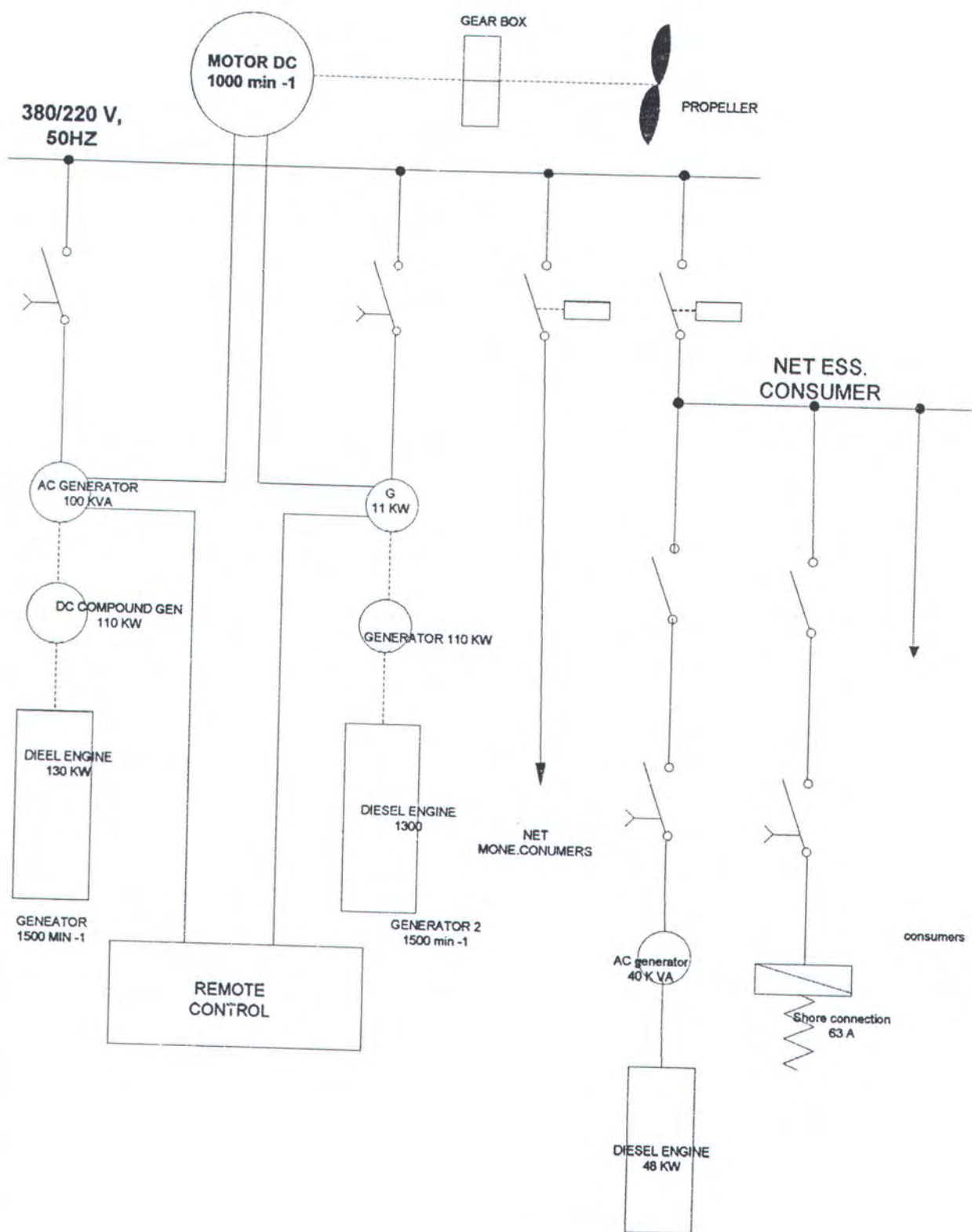
Secara garis besar terlihat bahwa keseluruhan kebutuhan listrik dikapal maruta jaya 900 dwt dilayani oleh dua buah diesel generator AC yang mempunyai daya 48 kw sementara itu, dua diesel generator DC yang terpasang untuk mensuplai kebutuhan listrik DC ke motor DC listrik kapal sebagai penggerak propeller.



Hal ini memberikan pengertian bahwa sistem propulsi listrik maruta jaya 900 dwt adalah bertipe pertama. Atau dengan kata lain tenaga output dari diesel elektrik ( plan ) tidak hanya digunakan untuk menggerakkan kapal ( propulsi ) akan tetapi juga untuk memenuhi servis (pelayanan ) kebutuhan listrik di kapal. Berdasarkan konsep awal yang menyatakan bahwa system propulsi listrik ini hanya sebagai penggerak bantu yang mana bila tenaga penggerak utamanya ( tenaga angin layar) berfungsi dengan baik, maka motor listrik DC tersebut dimatikan dan coupling pada poros propellernya yang diputus atau dilepas sehingga akan berputar secara bebas (free milin ).

Dengan demikian diharapkan juga penambahan tahanan kapal akibat keberadaan propeller pada saat berlayar dengan schooner sails dapat diminimalkan.





## DIESEL ELEKTRIK POWER PLANT

( KONFIGURASI SISTEM PROPULSI MARUTA JAYA 900 DWT )



## II. 2 SISTEM PROPULSI ELEKTRIK DENGAN SISTEM DC

Karakteristik dari sistem untuk peralatan DC power sering menggunakan generator set dengan kecepatan sedang atau kecepatan tinggi yang diparalelkan dengan common bus, kemudian diubah dengan converter menjadi AC power untuk penggerak. Karena pertimbangan ukuran, berat dan harga, untuk gen set 600 V cocok dipakai untuk ukuran kecil dan menengah.

Power converter pada sistem berfungsi untuk mengubah sinyal AC menjadi DC dan selanjutnya menggunakan tenaga motor DC untuk menggerakkan propeller. Efisiensi dari propulsi dengan motor DC adalah 92 % - 96 % dengan drive langsung. Untuk membalikkan putaran pada propeller type FPP. Cara yang paling umum dengan mengubah putaran arah aliran arus listrik pada field winding motor, cara yang kedua adalah dengan mengubah arah dari aliran arus listrik melalui armaturnya

Power konverter untuk penggerak sistem DC dengan perkembangan teknologi SAR maka memungkinkan untuk menggantikan posisi generator DC dengan generator AC dan sebuah converter. Dengan SCR converter yang beroperasi pada tegangan konstan dan input frekuensi AC konstan maka central power plant dapat digunakan untuk mensuplai semua kebutuhan tenaga listrik di kapal untuk semua kebutuhan.





Fungsi dari power converter adalah untuk mengubah sinyal AC menjadi DC dan selanjutnya mengumpankan tenaga ke motor DC dan memutar poros propeller yang menunjukkan rangkaian listrik dari six pulse dan twelve pulse DC power converter. Type kedua menggunakan dua buah six pulse dan sebuah tranformeter terpisah six pulse umumnya digunakan untuk motor yang memiliki tenaga sampai beberapa ratus KW. Untuk KW yang lebih tinggi baik memilih twelve pulse.

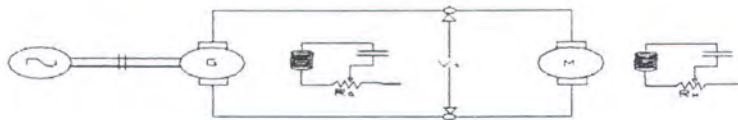
Karakteristik dari motor DC sistem biasanya dibuat dengan satu atau dua armature begabung dengan sebuah poros tunggal yang disangga oleh dua bantalan. Untuk menghemat biaya dan berat dianjurkan memakai motor dengan sebuah armature tunggal. Motor DC yang dipakai untuk propulsi kapal biasanya adalah motor DC jenis shunt wound karena kecepatan putar dari motor DC type shunt wound dapat diatur secara proposional dengan menerapkan voltase pada armature nya sehingga pengaturan kecepatan pada sistem ini secara langsung diiringi oleh pengeturan voltase output dari sumber tenaga berdasarkan respon terhadap sebuah voltase acuan yang dihasilkan oleh sebuah digital poition encoder yang terletak pada throuttle shaft.



## II.3 INSTALASI SISTEM PROPULSI

### II.3.1 MOTOR PROPULSI

Motor listrik yang digunakan adalah sebuah motor listrik DC produksi Anton Piler, bertipe GMCL 315 26 B yang diinstallkan dalam hubungan Leonard.



Ini berarti pengaturan kecepatan motor DC dilakukan dengan jalan mengubah ubah tegangan keluran generator DC. Motor dapat mengalami penurunan kecepatan akan tetapi secara bersamaan mengalami kenaikan torsi, kecepatan dan arah rotasi dapat dikontrol dari wheelhouse maupun di kamar mesin secara parallel mekanis.

Motor listrik DC tersebut mempunyai penguatan bebas dengan daya output rata rata 100 kw pada putaran 1000 rpm ( 100 % ), serta mempunyai range control putaran pada jangkar 0 – 1000 rpm dan range control putaran pada medan 1000 – 2000 rpm. Tegangan input maksimal pada jangkar motor listrik





DC ini 440 volt dengan arus jangkar 220 ampere. Sedangkan tegangan untuk eksitasinya 220 volt dengan arus ekitasi 8,7 ampere.

Motor DC ini mempunyai effiensi 91 % dan isolasi klas F serta casing design B3. Berat motor DC adalah sebesar 1220 kg. Motor listrik DC propulsi dilengkapi tachometer, thermocontrol, roller bearing yang memberikan ketahanan terhadap getaran. Sementara heaternya mencegah kondensasi udara lembab pada saat motor tidak dioperasikan dan peralatan proteksi terhadap radio noise.

Motor listrik berpendinginan sendiri ini merupakan motor listrik yang berpendingin udara, dimana udara pendingin didistribusikan melalui pipa pipa udara ventilai di ruang mesin ( engine room ) kapal maruta jaya 900 dwt.

### II.3.2 SISTEM PROPULSI ELEKTRIK DENGAN SISTEM AC

Karakteristik – karakteristik sistem ini adalah merupakan penggerak yang banyak dipakai untuk kapal yang dibutuhkan power tinggi. Motor AC mampu menyediakan power sampai pada 60.000 hp yang merupakan power maksimal yang dapat dipakai untuk penggerak kapal. Motor AC mempunyai loses yang lebih rendah dibandingkan dengan motor DC. Total losses dari prime mover sampai pada poros propeller adalah 6 % - 8 %. Motor DC mempunyai effisiensi antara 96 % - 98 %, untuk sistem drive langsung mempunyai effisiensi 3 % - 4 % lebih tinggi dibandingkan dengan comparable



induction motor. Sistem propulsi dengan sistem AC biasanya menggunakan gen set yang digerakkan dengan medium speed diesel yang selanjutnya mengumpankan tenaga listrik ke sebuah common busbar AC pada frekuensi konstan 50 / 60 Hz.

Thyristor converter digunakan untuk memodifikasikan frekuensi konstan tersebut menjadi frekuensi yang dapat dikontrol dan diatur untuk selanjutnya digunakan untuk mengcontrol putaran dan torsi dari motor propulsi AC.

Power converter untuk mengerakkan sistem AC adalah terdiri dari cycloconverter ( CCV ), load commutated inverters ( LCI ) dan pulse width modulated inverted ( PWM ) dari ketiganya dapat dijelaskan masing masing sebagai berikut :

**a. Cycloconverter ( CCV )**

adalah sebuah rangkaian elektronika untuk tenaga listrik yang digunakan untuk mengkonversikan sebuah input AC menjadi sebuah output AC yang memiliki frekuensi lebih rendah. CCV biasanya diterapkan bila AC drive menghendaki frekuensi yang lebih rendah dan tenaga tinggi.

Menunjukkan CCV terdiri dari tiga unit fase. Masing masing unit fase terdiri dari dua buah three phase thyristor bridge yang berhubungan secara anti parallel.





Setiap three phase thyristor bridge mempunyai enam buah thyristor yang setiap thyristornya dikontrol oleh semikonduktor valve yang bekerja hanya kearah depan saja.

CCV mengontrol kecepatan putar motor pada kemampuan torsi yang penuh di dua arah putaran dan meliputi kecepatan antar 0 sampai dengan 200 rpm yang dapat mengurangi kebutuhan akan reduction gear.

**b. Load commutated inverters ( LCI )**

Yang dikenal juga sebagai synchroconverter beroperasi pada dua tahapan.

Pertama, sebagai source converter yang merubah voltase input AC menjadi sebuah variabel voltase DC.

Kedua, voltase DC diumpankan melalui sebuah load converter yang menghasilkan sebuah variabel output dari frekuensi untuk mengkonveksikan DC kembali menjadi AC.

**c. Pulse witch modulated inverters ( PWM )**

Rangkaian dasarnya adalah sama dengan LCI yang membedakan adalah kemampuan dari load bridge untuk memutuskan arus motor pada beberapa bagian dari gelombang AC. Pemutusan arus motor diiringi dengan mengupayakan arus menjadi nol dengan menggunakan sebuah elemen rectifier



( misal , gate turn off thyristor yang mempunyai kemampuan membalik arah aliran arus listrik ).

Ada dua alternative untuk motor AC untuk propulsi yaitu asynchronous ( induksi ) motor dan synchronous motor. Motor induksi mempunyai sifat yang berat dan besar tetapi lebih murah dan mudah perawatannya karena tidak ada terminal listrik pada motor yang menghendaki penggunaan slip ring celah udara pada motor induksi secara umum lebih kecil dibandingkan synchronous motor sehingga tidak tahan guncangan. Pada kebutuhan daya menengah dan tinggi yang dipakai adalah synchronous motor dengan wound field. Motor synchronous lebih efisien 3 % - 4 % dibandingkan dengan motor induksi.

Kecepatan putar synchronous motor diatur secara profesional dengan frekuensinya yang diterapkan pada stator windingnya. Jadi peraturan kecepatan sistem penggerak AC adalah dengan mengatur frekuensinya output dari converter didalam respon terhadap sebuah voltase acuan yang kecil yang dikembangkan dari sebuah digital position encoder yang terletak di throttle shaft.

### **II.3.3 DIESEL GENERATOR.**

Motor sailing boat maruta jaya 900 dwt mempunyai dua diesel generator set yang masing masing berkapasitas 130 kw, serta ada dua buah





emergency diesel generator berkapasitas 48 kw. Ketiga diesel generator tersebut di start dengan motor listrik yang di suplai dari baterai 24 volt. Setelah operasi diesel generator tersebut berlangsung, maka daya listrik disuplai kembali ke baterai. Start motor dapat dilakukan dari wheelhouse maupun engine room.

Adapun data spesifikasi teknis diesel generator tersebut adalah sebagai berikut :

<u>MAIN DIESEL GENERATOR</u>	
POWER	: 2 X 130 KW
STROKE	: FOUR STROKE
SPEED	: 1500 RPM
TIPE	: D 234 – V8
MERK	: MWM
WITHOUT SUPERCHARGED	



<u>EMERGENCY DIESEL GENERATOR</u>	
POWER	: 1X 48 KW
STROKE	: FOUR STROKE
SPEED	: 1500 RPM
TIPE	: D 226 – 6
MERK	: MWM
WITHOUT SUPERCHARGED	

Main diesel generator ini dikopel secara langsung dengan generator DC ( daya output 110 kw maximum ) melalui poros yang menerus dan sekaligus juga dihubungkan langsung dengan generator AC 3 phase ( daya output 110 kva – maximum ) melalui poros yang sama.





Sedangkan untuk emergency diesel generator, dikopel dengan generator AC 3 phase yang mempunyai data output maximum sebesar 40 kva.

#### II.3.4 GENERATOR DC

Generator DC ini mempunyai lilitan anticomound dan berpenguatan luar yang diproduksi oleh *reliance elektrik Gmbh* dengan tipe GS 2506 . Daya keluaran generator

adalah 110 kw dengan tegangan 440 volt dan tegangan eksitasi 220 volt. Effisiensi generator adalah 91 % dengan klas isolasi H serta design casing B3.

Generator ini juga dilengkapi dengan radio noise protection dan heater. Berat bersih generator DC ini adalah 1340 kg.

#### II.3.5 SWITCHBOARD

Switchboard yang digunakan untuk melayani sistem propulsi Bantu kapal ditempatkan di kamar mesin yang mana dibuat menurut peraturan dan di bawah pengawasan germanischer Lloyd. Dimensi switch board adalah 1.5 x 2.0 x 0.6 ( m<sup>3</sup> ) dan bekerja pada temperature lingkungan maksimum 45 derajat celcius. Seluruh sambungan kabel listrik in dan out dihubungkan pada terminal strips. Switchbard berisikan antara lain :



GENERATOR DC – PORTIDE

1 FUSE 250 A TIPE GRIP SEBAGAI PROTEKSI HUBUNGAN SINGKAT.

1 TAHANAN SHUNT UNTUK ARUS GENERATOR

1 AMPERE METER GUNA MENGUKUR ARUS GENERATOR

1 MEASURING CONVERTER 60 MV/ 20 MA

1 CONTACTOR 250 A, 440 V

1 TAHANAN YANG DAPAT DIATUR UNTUK MEDAN SHUNT

1 TAHANAN YANG DAPAT DIATUR UNTUK PENGUAT MEDAN EXTERN

1 MEASURING CONVERTER UNTUK MENGUKUR TEGANGAN DAN ARUS KELUARAN GENERATOR





SEJUMLAH FUSE UNTUK MELINDUNGI ALAT ALAT  
UKUR

SEJUMLAH CONTACTOR DAN SWITCH GEAR UKURAN  
KECIL

GENERATOR DC – STARTBOARD

1 FUSE 250 A TIPE GRIP SEBAGAI PROTEKSI HUBUNGAN  
SINGKAT

1 TAHANAN SHUNT UNTUK ARUS GENERATOR

1 AMPERE METER GUNA MENGUKUR ARUS GENERATOR

1 MEASURING CONVERTER 60 MV/20MA

1 CONTACTOR 250 A, 440 V

1 TAHANAN YANG DAPAT DIATUR UNTUK MEDAN  
SHUNT



1 TAHANAN YANG DAPAT DIATUR UNTUK PENGUAT  
MEDAN EXTERN

1 MEASURING CONVERTER UNTUK MENGUKUR  
TEGANGAN DAN ARUS KELUARAN GENERATOR

SEJUMLAH FUSE UNTUK MELINDUNGI ALAT ALAT  
UKUR

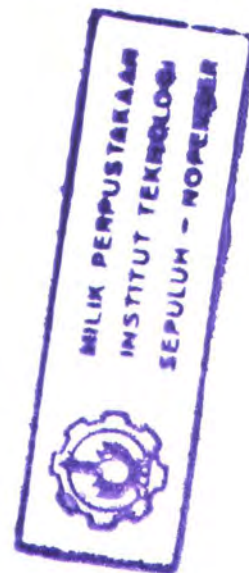
SEJUMLAH CONTACTOR DAN SWITCH GEAR UKURAN  
KECIL

MOTOR DC

1 SIKAT DUA KUTUP 250 A

1 TAHANAN SHUNT

1 MAGNETIC OVERLOAD RELAYS YANG DAPAT DIATUR  
200 – 300 A







1 AMPERE METER GUNA MENGUKUR ARUS MOTOR
1 MEASURING CONVETER UNTUK ARUS MOTOR
1 VOLT METER UNTUK MENGUKUR TEGANGAN MOTOR
1 REVOLUTION METER GUNA MEMANTAU PUTARAN MOTOR
1 MEASURING CONVETER UNTUK MENGUKUR TEGANGAN MOTOR
SEJUMLAH FUSE UNTUK MELINDUNGI ALAT ALAT UKUR



### II.3.6 GENERATOR SINKRON 3 PHASE

Ada dua alternatif AC utama 3 phase yang masing masing di kopel langsung ke diesel utama. Daya output 100 kva pada  $\cos \Phi$  0,8 dengan tegangan output 400/ 231 volt. Putaran 1500 rpm dan efisiensi 91 % perubahan tegangan  $\pm 1$  % static – 15 % transien 0,2 sec.

Proteksi IP 23 dan desain konstruksi horizontal B3 dengan isolasi klas F yang dilengkapi dengan heater guna mencegah kondensasi udara lembap, berat generator AC adalah 980 kg.

Generator dapat dioperasikan dalam hubungan parallel guna menjamin daya servis kapal tetap terjaga. Sebuah generator AC 3 phase emergency diinstallasikan dan bekerja secara otomatis apabila terjadi overload pada mesin diesel, alternatif utama akan dipadamkan

guna mengurangi beban kerja motor diesel. Pada kondisi ini daya untuk servis kapal akan di cover oleh emergency generator. Spesifikasi teknis emergency generator adalah sama dengan alternatif utama, hanya saja bekerja pada rated output 50 kva.

### II.3.7 REVERSE REDUCTION GEAR

Antara motor elektik DC dan propeller reverse reduction gear dengan integrated thrust bearing. Reversed reduction gear ini dibuat oleh fleder dengan tipe MAXINEX G1 250 HC Yang mempunyai rasio 1 : 5,62 connection antara





gearbox dengan motor elektrik DC ini melalui sebuah torsional dan bending elastic coupling – merk vulkan.

### II.3.8 PROPELLER

Untuk menghasilkan daya dorong dari sistem propulsi, maka dipasang fixed pitch propeller produksi **KAMOME PROPELLER CO. Ltd** yang bekerja pada putaran 178 rpm dengan orientasi putaran kanan ( clockwise ). Diameter propeller adalah 2040 mm

dengan jumlah blade 3 lembar material propeller adalah Ni – Al Bronze dengan kekuatan tarik minimum  $4500 \text{ kg/cm}^2$

Pitch propeller adalah sebesar 1320 mm. rasio antara pitch dan diameter [ H/D ] adalah 0,647. expanded area ratio [ F/ Fo ] adalah 0,352 sedangkan besarnya diameter poros propeller adalah 160 mm.

*.....dan bila aku disini, tegar sampai hari ini bukan  
karenaku atau hebatku tapi semua karena .....*

### **BAB III**

## **METODOLOGI Pengerjaan**





### BAB III

#### METODOLOGI

Beberapa metode pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini sehubungan dengan desain alternatif sistem propulsi listrik kapal maruta jaya 900 dwt, khususnya dalam upaya memprediksikan tahanan dan kebutuhan akan daya serta evaluasi motor listrik DC sebagai penggerak bantu, agar tercapainya kecepatan dinas yang dibutuhkan dan proses nya meliputi :

- Melakukan studi literature seperti : jurnal, proceeding seminar, handbook, buku tugas akhir dan buku catalog dalam rangka mencari referensi untuk membantu mengatasi permasalahan dalam penelitian selanjutnya pengumpulan data lapangan, maka dilakukan perhitungan tentang besarnya harga tahanan kapal dengan menggunakan metode maxurf dengan paket metode holtrop series 60 serta menentukan korelasi tahanan kapal dan propeller.

- Perhitungan tahanan kapal

Untuk menggerakkan sebuah kapal hal yang sangat penting adalah mengatasi tahanan yang mempengaruhi kecepatan , displesment, dan bentuk lambung.



Memperhatikan gaya yang bekerja pada propeller maka perhitungan tahanan memegang peranan penting dalam pemilihan propeller dan mesin utama.

Pada paket program maxsurf prediksi tahanan dapat menghitung dengan beberapa metode tergantung tipe lambung, dimensi ukuran dan kecepatan kapal yang direncanakan, metode tersebut antara lain :

- Metode holtrop

Metode holtrop adalah yang digunakan untuk memprediksikan besarnya tahanan kapal, tipe displasment dengan froude number maksimal 0.45 juga berlaku pada kapal tangker, general cargo.

- Metode seri - es 60

Dasar perhitungan metode seri -es 60 berguna untuk mengetimasi tahanan pada cargo single screw dengan batasan volume froude number 0.282 sampai 0.677

Secara umum tahanan total kapal dapat diperoleh dengan cara menjumlahkan semua komponen komponen tahanan yang bekerja melalui arus gerak kapal.

Untuk unit kapal dengan bilangan reynold yang rendah terlihat harga tahanan akibat gesekan yang paling dominan sehingga formulasi terebut dapat dituliskan dengan :





$$CF = \frac{0.075}{(\log_{10} Rn - 2)^3} + 0.0004$$

dimana factor 0.0004 adalah penambahan tahanan ( allowance ) yang diberikan oleh ITTC dengan menambahkan efek kekasaran badan kapal sehingga dapat dituliskan hubungan antara karakteristik tahanan kapal dengan kecepatan kapal adalah hubungan kuadratik sebagai berikut :



Arus ikut ( wake ) adalah perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan aliran air yang menuju ke baling baling dan membagi perbedaan itu dengan kecepatan kapal atau dengan kecepatan aliran akan menghasilkan dua harga koefisien arus ikut ( wake ).

Koefisien yang pertama disebut fraksi arus ikut dengan mengekspresikan kecepatan arus ikut sebagai referensi dengan kecepatan kapal :

$$W = \frac{V_s - V_a}{V_s}$$



dan arus ikut biasanya disebabkan oleh hal yang sebagai berikut :

- Practional draq dari badan kapal
- Streamline yang lewat badan kapal

Sedangkan untuk gaya dorong ( thrust deduction ) adalah merupakan bagian akibat adanya perbedaan tekanan antara haluan dan buritan kapal. Apabila badan kapal ditarik pada daerah buritan ada arus yang bertekanan relative besar yang komponen hasilnya mengurangi tahanan kapal

$$R = T (1 - t)$$

Diagram open water propeller

Diagram open water propeller memberikan suatu bentuk dimensi hubungan torsi dan gaya dorong sebagai fungsi kecepatan dalam upaya menentukan daya yang diperlukan, koofisien dimensi terebut adalah :

- Koofisien thrust ( KT )

$$KT = \frac{T}{\delta n^2 \times d^4}$$





- Koefisien torque ( KQ )

$$KQ = \frac{Q}{\rho n^2 \times d^4}$$

- Koefisien advance ( J )

$$J = \frac{Va}{nD}$$

Dimana :

P density of water ( kg. m<sup>-3</sup> )

D diameter propeller ( m )

#### Effisiensi propeller

Effisiensi propeller dari kinerja kapal yang membentuk hubungan yang penting antara daya efektif yang dibutuhkan untuk mendorong kapal diperoleh dari hasil tahanan kapal dan kecepatan kapal serta daya yang dipindahkan dari mesin utama dan propeller, sehingga hal yang mempengaruhi efektif propulsi adalah kecepatan bidang tekan disekitar lambung, bidang wake yang berada pada propeller dan factor desain seperti :



Diameter, tingkat rotasi, distribusi beban, jumlah kavitasi pada permukaan daun baling baling dan lain lain efisiensi propulsi secara kebutuhan merupakan total efisien efisien sebagai berikut :

$$\eta_{\text{propulsi}} = \eta_{\text{hull}} + \eta_{\text{open water}} + \eta_{\text{relative - rotative}}$$

dimana :

- Efisiensi open water (  $\eta_o$  ) diprediksikan berdasarkan diagram KQ, KT, dan harga J ( advance coefisien ) atau

$$\eta_o = \frac{JK}{2 \pi kq} \cdot 1$$

- Efisiensi hull (  $\eta_H$  ) diprediksikan dengan harga wake ( w ) dan thrust ( t )

$$\eta_H = \frac{(1 - w)}{(1 - t)}$$

- Efisiensi relative (  $\eta_r$  ) diprediksikan berdasarkan perbedaan karakteristik penyerapan torsi dari sebuah propeller ketika beroperasi pada mixed wake pada aliran open water

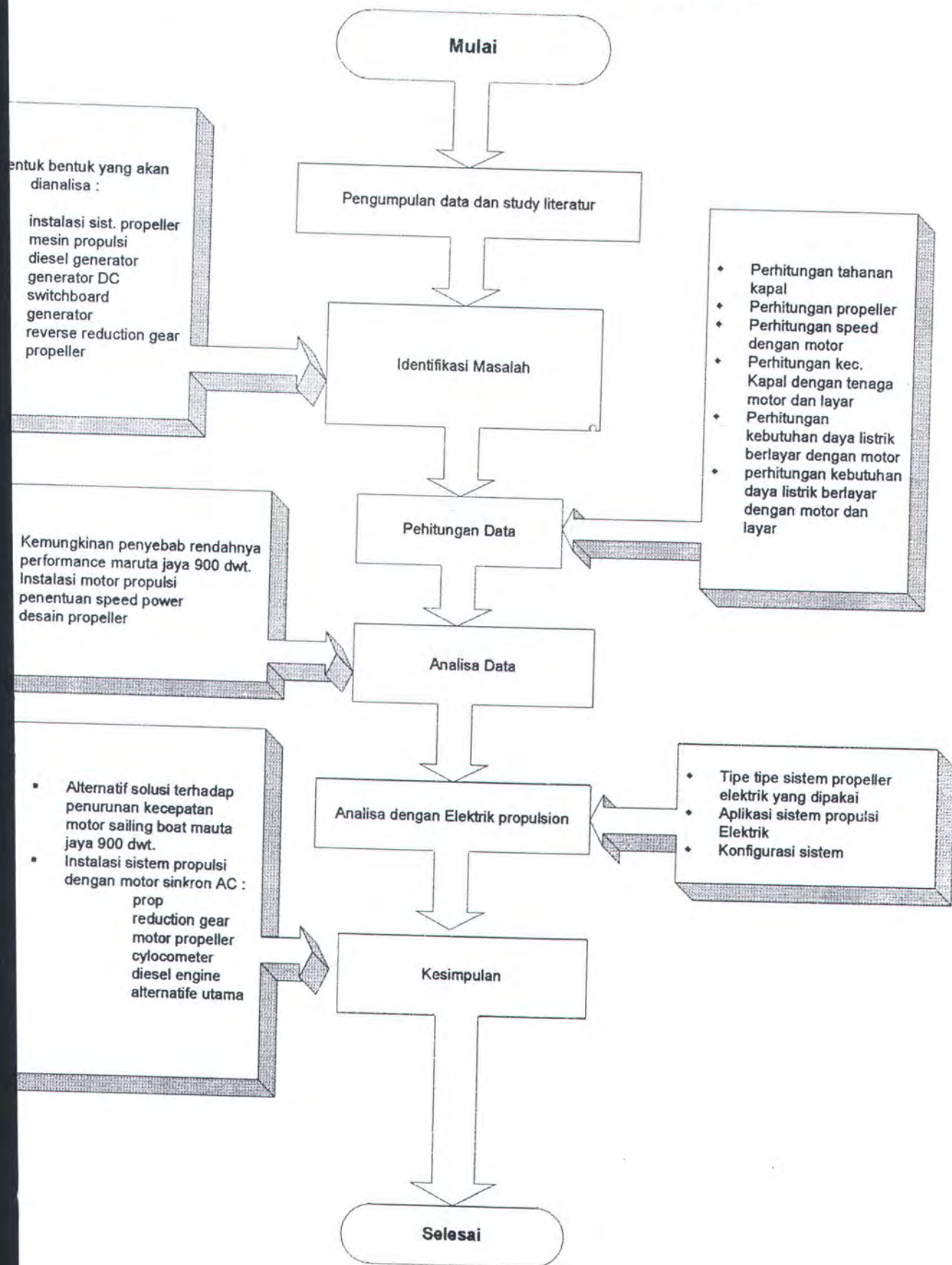




$$\eta_r = \frac{K \times Q_o}{K \times Q_b}$$

lebih jauh lagi beberapa parameter yang mempengaruhi kinerja baling baling terhadap kecepatan kapal antara lain : jumlah diameter dan daun baling baling, pitch rasio baling baling dan luasan baling baling juga kondisi kapal. Untuk lebih jelasnya maka flow chart pengerjaannya sebagai berikut :

# Flow Chart dalam pengerjaan Tugas Akhir





*Aku yakin kau milikku untuk selamanya bersamaku.....  
ku berlari mengerjarmu karena ku yakin kau untukku.....*

## **BAB IV**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN**



## BAB IV

### ANALISA DAN Pengerjaan

#### 4.1 KECEPATAN KAPAL

##### 4.1.1 KECEPATAN DENGAN TENAGA MOTOR

Kecepatan maksimum kapal maruta jaya 900 adalah 5.41 knot  
Sedangkan untuk kecepatan minimum maruta jaya 900 yang terjadi sebesar 2.0  
knot. Sehingga diperoleh rata rata kecepatan kapal adalah sebesar 3.7 knot.

Pada kecepatan maximum dengan motor tercatat beberapa kondisi  
sebagai berikut :

SPEED MOTOR DC	: 940 RPM
DAYA MOTOR	: 88 KW
APPARENT WINDSPEED	: 13. 2 KNOT
APP. WIND ANGLE TO SHIP	: - 34 °
TRUE WIND SPEED	: 9. 1 KNOT
TRUE WIND ANGLE TO SHIP	: - 51 °





Sedangkan pada minimum kecepatan tercatat kondisi yang terjadi di kapal adalah sebagai berikut :

SPEED MOTOR DC	: 750 RPM
DAYA MOTOR DC	: 46 KW
APPARENT WINDSPEED	: 16 KNOT
APP. WIND ANGLE TO SHIP	: 19 °
TRUE WINDSPEED	: 14 .1 KNOT
TRUE WIND ANGLE TO SHIP	: 22 °

Terlihat bakwa maruta jaya 900 belum mencapai kecepatan dinas dengan motor yang direncanakan yaitu : 6 knot.

Tidak tercapainya kecepatan dinas ini adalah diakibatkan kemungkinan kemungkinan dari dua factor kondisi yaitu ; factor internal dan factor eksternal ( lingkungan laut) Pengertian dengan yang dimaksud dengan factor internal ini adalah power yang terinstallkan di motor sailing boat maruta jaya 900 dwt dapat dikatakan relative kurang besar atau dengan kata lain bakwa power motor elektrik sebesar 88 kw ini belum mampu memberikan kecepatan servis kapal sebesar 6 knot.

Berdasarkan grafik hubungan antara kecepatan servis kapal dengan power motor elektrik yang dibutuhkan terlihat bahwa kondisi tersebut dapat tercapai apabila kapal dan lingkungan laut berada dalam keadaan *propeller & bottom*



*clean ; smooth water* yang mana kondisi seperti itu hanya terdapat pada model test saja.

Sedangkan hal yang kedua yaitu : factor ektenal ( lingkungan laut ) yang dimaksudkan adalah keadaan kecepatan dan arah arus ( sea current ), tinggi dan arah gelombang ( sea state ). Yang mana tercatat bakwa keadaan arus dan gelombang yang terjadi saat itu tidak menguntungkan, baik arah maupun besarnya arus serta gelombang.

#### 4.1.2 KECEPATAN DENGAN TENAGA LAYAR DAN MOTOR

Kecepatan maximum maruta jaya 900 dwt pada saat memanfaatkan tenaga dari layar dan motor listrik adalah 11. 7 knot, sedangkan apabila kecepatan minimum yang terjadi adalah mencapai 3.3 knot. Sehingga apabila dilakukan rata rata kecepatan kapal dengan kombinasi layar dan motor maka hanya mencapai 5,9 knot.

Pada kecepatan maksimum dengan layar plus motor listrik DC ini tercatat beberapa kondisi sebagai berikut :

SPEED MOTOR DC	: 900 RPM
DAYA MOTOR DC	: 12 KW
APPARENT WINDSPEED	: 22. 5 KNOT





---

---

APP. WIND ANGLE TO SHIP	: - 129 °
TRUE WINDSPEED	: 31. 2 KNOT
TRUE WIND ANGLE TO SHIP	: - 146 °

Sedangkan untuk kecepatan minimum kapal maruta jaya 900 dwt, tercatat adalah sebagai berikut :

SPEED MOTOR DC	: 620 RPM
DAYA MOTOR DC	: 22 KW
APPARENT WIND SPEED	: 9. 3 KNOT
APP. WIND ANGLE TO SHIP	: - 96 °
TRUE WINDSPEED	: 10. 2 KNOT
TRUE WIND ANGLE TO SHIP	: - 115°

Kondisi yang demikian itu, masih belum cukup mencapai kecepatan servis maksimumnya ( MCR ) yang direncanakan yaitu :  $\pm 14$  knot. Namun demikian tampak bakwa saat motor sailing boat menggunakan layar yang terbuka secara penuh ( 100 %) kecepatan servis yang dihasilkan sebetulnya relative cukup besar ( 11. 7 knot ). Sekalipun tenaga motor elektrik yang digunakan hanya sebesar 12 kw. Hal ini dapat dipahami mengingat kecepatan dan arah angin yang masuk ke layar berada pada posisi yang menguntungkan sekali yaitu tegak lurus dengan luasan layar.



Berdasarkan data data teknis selama masa uji coba pelayaran, tidak didapatkan keterangan yang menunjukkan bahwa berlayar hanya dengan layar saja. Hal ini tampaknya ada kemungkinan pengaruh dari pengadopsian bentuk stern ( stern form ) yang berasal dari jenis perahu tradisional ( phinisi ). Dimana pada perahu phinisi, letak kemudi selain satu buah pada center juga terdapat dua buah kemudi yang berada pada kedua sisi kapal. Sedangkan pada motor sailing boat maruta jaya hanya boleh satu kemudi saja.

Kenyataan ini membawa dampak pada kemampuan daun kemudi dalam menghasilkan gaya yang cukup untuk melakukan gerak kapal. Tentunya dengan kondisi seperti perahu tradisional phinisi dengan adanya side rudder akan menghasilkan gaya yang cukup relative lebih baik dibandingkan maruta jaya 900 dwt. Yaitu dengan alasan bahwa bentuk aliran fluida ( air laut ) lebih uniform pada perahu tradisional phinisi serta efek akibat keberadaan skeg yang menerus ke stern lebih minimum. Sehingga keadaan ini mengharuskan motor sailing boat maruta jaya 900 dwt tetap me – run propellernya untuk memberikan *sea water mass flowrate* yang optimal





## **3.2 KEBUTUHAN DAYA LISTRIK**

### **3.2.1 KEBUTUHAN DAYA LISTRIK MARUTA JAYA 900 DWT BERLAYAR DENGAN TENAGA MOTOR LISTRIK DC.**

Generator sebagai pembangkit tenaga listrik utama dikapal memegang peranan penting untuk memenuhi segala kebutuhan yang menyangkut operasi, keselamatan, kenyamanan baik bagi awak kapal atau penumpangnya olehkarena itu memerlukan suatu proses perencanaan cermat serta mampu menjaga kontinuitas dari pelayanannya secara optimal.

Adapun pertimbangan pertimbangan lainnya adalah :

- Daya total dari semua peralatan listrik
- Factor daya dari masing masing peralatan
- Factor kebersamaan / diversity factor

Yang perlu diperhatikan adalah menghitung semua peralatan yang ada dan mengetahui besarnya daya ( beban max ) yang dibutuhkan oleh masing masing peralatan tersebut.

Dan yang perlu diperhatikan lebih lanjut adalah mengenai load factor atau factor beban dari masing masing peralatan yang dipasang. Nilai load factor dapat dikalikan dengan kebutuhan daya listrik maksimalnya



sehingga akan diperoleh daya listrik yang sebenarnya yang harus disediakan oleh generator.

Sedangkan untuk beban minimum digunakan untuk menentukan kapan konfigurasi dari plant pembangkit daya listrik serta berguna untuk menentukan kapan suatu generator dioperasikan

Pemakaian atau kebutuhan daya listrik yang diperlukan kapal maruta jaya 900 dwt pada Saat berlayar dengan tenaga motor listrik saja adalah ditunjukkan dalam table 1 sebagai Berikut :

Table 1 kebutuhan daya listrik pada saat kondisi berlayar dengan motor

Power	Av (kw )	Max ( kw )	Min (kw )
AC	26. 6	35. 0	21. 0
DC	56. 1	89. 0	31. 0
TOTAL	82. 7	124. 0	52. 0





### 3.2.2 KEBUTUHAN MARUTA JAYA 900 DWT BERLAYAR DENGAN TENAGA LAYAR DAN MOTOR LISTRIK DC.

Pemakaian atau kebutuhan daya listrik yang diperlukan kapal maruta jaya 900 dwt pada Saat berlayar dengan tenaga layar dan motor listrik adalah ditunjukkan dalam table 1 sebagai berikut :

Table 2 kebutuhan daya listrik pada saat kondisi berlayar dengan motor dan layar

power	AV. (kw )	Max ( kw )	Min ( kw )
AC	28. 3	38. 0	17.0
DC	38. 0	85. 0	1. 0
TOTAL	66. 3	97. 0	18.0

Perhitungan kebutuhan listrik, loadfactor dan lampu lampu yang dibutuhkan pada kapal maruta jaya:

# Perkiraan Daya Listrik

Maruta jaya 900 dwt

Peralatan	Daya		OPEN / CLOSE THE SAIL				NORMAL SEA SAIL			CARGO HANDLING			REST IN PORT			SPECIAL SAILING		
			LF %	LF	Daya (kw)		LF	Daya (kw)		LF	Daya (kw)		LF	Daya (kw)		LF	Daya (kw)	
	Input	Output			C.L.	I.L.		C.L.	I.L.		C.L.	I.L.		C.L.	I.L.		C.L.	I.L.
MACHINERY PART																		
a. Engine Service																		
bilge,ballast & fire pump	7.50	6.38								60.00		3.60						
sewange pump	3.00	2.49								40.00		1.20	40.00		1.20			
oil water separator	2.50	2.05					50.00	1.25		50.00	1.25							
fuel oil transfer pump	0.55	0.44	50	50.00	0.28		50.00	0.28										
Air Compressors	4.00	3.20	60	60.00	2.40		60.00	2.40		60.00	2.40							
sanitary water	2.05	11.68	65	65.00	1.33		65.00	1.33		65.00	1.33		65.00	1.33				
sanitary fresh water	2.20	1.80	50	50.00	1.10		50.00	1.10		50.00	1.10		50.00	1.10				
Emergency Fire pump	7.50	6.38																
sub total pump					5.11	-		6.36			6.08	4.80		2.43	1.20			
b. Deck Service																		
anchor windlass	11.00	9.24								50.00	5.50							
capstain mooring winch	9.00	7.65								50.00		4.50						
steering gear1	3.10	2.57	80	80.00	2.48		80.00	2.48								80.00	2.48	
steering gear2	3.10																	
sub total pump					2.48			2.48			5.50	4.50		-	-		2.48	
c. Laundry and washing																		
washing maching	0.50	0.44	40	40.00		2.00	40.00		0.20	40.00		0.20						
elelektrik iron	1.00	0.81	40	40.00		0.40	40.00		0.40	40.00		0.40						
hydro extractor	0.50	0.44	40	40.00		0.20	40.00		0.20	40.00		0.20						
sub total pump					-	0.80		-	0.80		-	0.80		-	-		-	



<b>d. Galley</b>																
galley machine	0.60	0.48	40	40.00		0.19	40.00		0.19	40.00		0.19				
galley range	15.00	12.75					50.00		7.50	50.00		7.50				
coffee machine	2.04	1.67	30	30.00		0.61	30.00		0.61	30.00		0.61	30.00		0.61	
coffee grinder	0.12	0.12	30	30.00		0.04	30.00		0.04	30.00		0.04	30.00		0.04	
rice cooker 1 & 2	5.00	4.68	40	40.00		2.00	40.00		2.00	40.00		2.00	40.00		2.00	
hot plate	1.50	1.23	20	20.00		0.30	20.00		0.30	20.00		0.30	20.00		0.30	
water boiler	2.00	1.64	50	50.00	1.00		50.00	1.00		50.00	1.00		50.00	1.00		
refrigerator		0.40	50	50.00	0.25		50.00	0.25		50.00	0.25		50.00	0.25		
sub total					1.25	3.14		1.25	10.64		1.25	10.64		1.25	2.95	
<b>e. Prov room/ main deck</b>																
deep freezing box 1	0.20	0.16	50	50.00	0.10		50.00	0.10		50.00	0.10		50.00	0.10		
deep freezing box 2	0.20	0.16	50	50.00	0.10		50.00	0.10		50.00	0.10		50.00	0.10		
sub total					0.20	-		0.20	-		0.20	-		0.20	-	
<b>e. Prov room/ main deck</b>																
meat deep freezing box	0.25	0.20	50	50.00	0.13		50.00	0.13		50.00	0.13		50.00	0.13		
fish deep freezing box	0.25	0.20	50	50.00	0.13		50.00	0.13		50.00	0.13		50.00	0.13		
vegetable deep freezing box	0.25	0.20	50	50.00	0.13		50.00	0.13		50.00	0.13		50.00	0.13		
sub total					0.38			0.38			0.38			0.38		
<b>f. Messroom dan saloon</b>																
refrigerator	1.00	0.81	60	60.00	0.60		60.00	0.60		60.00	0.60		60.00	0.60		
sub total	1.00	0.81	60	60.00	0.60		60.00	0.60		60.00	0.60		60.00	0.60		
<b>g. Workshop</b>																
drilling machine	1.50	1.23														
glinding machine	0.80	0.64														





sub total																					
h. ventilation																					
-Ac 1	6.02	5.12														80.00	4.82				
-Ac 2	5.20	4.42														80.00	4.16				
-sanitary exhaust fan	0.55	0.44	85	85.00		0.47	85.00		0.47	85.00		0.47	85.00		0.47	85.00		0.47			
-galley exhaust fan	0.55	0.44	40	40.00		0.22	40.00		0.22	40.00		0.22	40.00		0.22	40.00		0.22			
-galley supply fan	0.18	0.18	40	40.00		0.72	40.00		0.07	40.00		0.07	40.00		0.07	40.00		0.07			
-accom, store, radio fm	1.50	1.50	80	80.00	1.20		80.00	1.20		40.00	0.60		80.00	1.20		80.00	1.20				
-upper cargo hold 2 supply fan	0.75	0.60								80.00		0.60									
-lower cargo hold 2 supply fan	0.75	0.60								80.00		0.60									
-engine room supply fan	10.00	8.40	80	80.00			80.00	8.00		50.00	5.00		80.00	8.00		80.00	8.00				
-engine room exhaust fan	5.00	4.00	80	80.00			80.00	4.00		50.00	2.50		80.00	4.00		80	4.00				
-lower cargo hold 1 supply fan	0.55	0.44								80.00		0.44									
-upper cargo hold 1 supply fan	0.55	0.44								80.00		0.44									
i. Nautical & communication																					
-gyro compass	0.16	0.16	80	80.00	0.13		80.00	0.13		80.00	0.13		80.00	0.13		80.00	0.13				
-clear view screen	0.20	0.20	45	45.00		0.09	45.00		0.09	45.00		0.09	45.00		0.09	45.00		0.09			
-battery charger	1.00	1.00	50	50.00	0.50		50.00	0.50		50.00	0.50		50.00	0.50		50.00	0.50				
-lighting	10.00	10.00	75	75.00	7.50		75.00	7.50		75.00	7.50		75.00	7.50		75.00	7.50				
-rectifier/ batt. Changer	1.50	1.50	50	50.00	0.75		50.00	0.75		50.00	0.75		50.00	0.75		50.00	0.75				
-radio direction finder	0.05	0.05	80	80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04				
-speed log	0.22	0.22	80	80.00	0.18		80.00	0.18		80.00	0.18		80.00	0.18		80.00	0.18				
-weather chart priter	0.08	0.08	60	60.00	0.03		60.00	0.03		60.00	0.03		60.00	0.03		60.00	0.03				
-talk back system	0.08	0.08	80	80.00	0.06		80.00	0.06		80.00	0.06		80.00	0.06		80.00	0.06				
-radio telephon	0.72	0.72	80	80.00	0.58		80.00	0.58		80.00	0.58		80.00	0.58		80.00	0.58				
-watch receiver	0.05	0.05	80	80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04				
-sound poered telephon	0.05	0.05	80	80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04				
-fire alarm system	0.05	0.05	80	80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04		80.00	0.04				
Σ	Continue load				37.35	38.60				36.00				32.02				36.54			
	Intermittent load				8.32	15.14				9.89				4.91				0.85			



Peralatan	Load	Daya																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		OPEN / CLOSE THE SAIL						NORMAL SEA SAIL			CARGO HANDLING			REST IN PORT			SPECIAL SAILING																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				LF %	LF	Daya (kw)		LF	Daya (kw)		LF	Daya (kw)		LF	Daya (kw)		LF	Daya (kw)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		Input	Output			C.L.	I.L.		C.L.	I.L.		C.L.	I.L.		C.L.	I.L.		C.L.	I.L.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
HULL PART																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</

No.	I T E M		OPEN/ CLOSE THE SAIL	NORMAL SEA GOING	CARGO HANDLING	REST IN PORT	SPECIAL SAILING
a	Total Penggunaan daya	CL	37.35	38.6	36	32.02	36.54
		IL	8.32	15.14	43.58	4.91	0.85
b	Faktor diversitas	0.5 x (d) IL	5.898	10.598	30.506	3.437	0.959
c	Jumlah beban	(d) CL + ( e )	14.144	25.738	74.086	8.347	1.445
d	Generator bekerja	kW x $\Sigma$ .set	1 x 110	1 x 110	2 x 110	1 x 110	1 x 110
e	Kapasitas yang tersedia		110	110	220	110	110
f	Faktor beban	$\left(\frac{d}{e}\right) \times 100\%$	5.89	10.724	15.43	3.477	0.6

#### SUMMARY OF GENSET LOAD BALANCE

DESIGNATION	OPEN / CLOSE THE SAIL	NORMAL SEA GOING	CARGO HANDLING	REST IN PORT	SPECIAL SAILING
INTERMITTED LOAD					
total load	8.32	15.42	43.58	4.91	0.84
diversity factor	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
necessary power	4.16	7.57	21.79	2.46	0.42
CONTINUOUS LOAD					
total load	37.35	38.6	36	32.02	36.54
diversity factor	1	1	1	1	1
necessary power	37.35	38.6	35	32.02	36.54
TOTAL LOAD	41.51	46.17	57.79	34.46	36.96
LOAD FACTOR GENSET	37.74	41.97	52.54	31.35	33.6





### KARAKTERISTIK KECEPATAN – KOPEL

Karakteristik luar sebuah generator menunjukkan bagaimana perubahan tegangan terminal terhadap beban yang berubah ubah. Diperlihatkan karakteristik luar untuk generator berpenguatan bebas dan generatoe shunt.

$$\text{Arus medan efektif} = I_f - F_a$$

$$V_t = E_a - I_a R_a$$

Untuk untuk beban tertentu, arus medan efektif ditentukan dari persamaan sebab  $I_f$  konstanta sedangkan  $F_a$  diketahui sebagai fungsi  $I_a$  harga  $E_a$  yang berpasangan dengan arus medan efektif ini dapat dibaca pada grafik pemagnetan seperti terlihat pada gambar.  $V_t$  dapat dihitung jika semua besaran lainnya diketahui dari gambar dapat pula diketahui penurunan tegangan yang terjadi ( dengan membuat segitiga oab ) yaitu : penurunan tegangan akibat adanya tahanan jangkar (  $R_a$  ) dan penurunan tegangan akibat adanya pengmagnetan arus jangkar (  $F_a$  ). Sedangkan pada generator shunt , untuk beban yang sama tegangan terminalnya lebih kecil lagi daripada generator berpenguatan bebas.

Ini disebabkan karena penurunan  $V_t$  menyebabkan juga penurunan arus medannya (  $V_t = I_f R_f$  ) yang berarti berkurangnya penguatan.

Pada generator shunt. Untuk arus jangkar yang sama (  $I_a$  ) diadapatkan dua harga  $V_t$ .

Hal ini dapat dijelaskan ebagai berikut :

Untuk harga  $I_a$  yang sama akan dihasilkan penurunan tegangan  $I_a R_a$  dan penurunan tegangan pengmagnetan yang sama pula. Jadi jika kita buat garis yang sejajar terhadap



persamaan garis linier tahanan medan melalui b ternyata garis ini akan memotong kurva pengmagnetan dititik x.

Dan dengan membuat segitiga yang sama dan ebangun dengan segitiga oab kan diperoleh tegangan  $V_t$ .

Pada prinsifnya mesin listrik dapat berlaku sebagai motor maupun sebagai generator. Perbedaan hanya terletak pada konfeksi gayanya saja.

Generator adalah suatu medan listrik yang mengubah gaya masuk mekanik menjadi daya keluar listrik, sedangkan sebaliknya motor mengubah daya masuk listrik menjadi daya keluar mekanik. Maka dengan membalikkan generator arus searah sekarang tegangan  $V_t$  menjadi sumber dan tegangan jangkar.

$E_a$  merupakan ggl lawan mesin arus searah ini akan berlaku sebagai motor. Oleh karena itu hubungan tegangan  $V_t$  dan  $E_a$  dapat dituliskan sebagai :

$$E_a = V_t - I_a R_a$$

Untuk motor arus searah berlaku hubungan :

$$V_t = E_a + I_a R_a$$

$$E_a = C n \Phi$$

$$n = \frac{V_t - I_a R_a}{C \Phi}$$

Dari persamaan terakhir diatas dapat dilihat , bakwa pada motor shunt bertambahnya kopel ( berarti aru jangkar bertambah besar ) mengakibatkan kecepatan menurun.





Pada motor seri, bertambahnya kopel ( arus ) akan menyebabkan pula bertambahnya harga fluks (  $\Phi$  ), karena pada flek motor seri merupakan fungsi jangkar (  $I_a$  ).

Dari rangkaian motor seri terlihat bakwa untuk harga arus jangkar sama dengan nol, harga fluik juga sama dengan nol, sehingga dari persamaan terakhir di atas diperoleh harga n pada peramaan diatas akan mendekati nol. Dengan demikian karakteristik kecepatan kopel untuk motor shunt dan seri masing maing dapat digambarkan.

Pengaturan kecepatan memegang peranan penting dalam motor arus searah, karena motor arus searah mempunyai kerakteristik kopel kecepatan yang mengutungkan dibandingkan yang lainnya telah diketahui bakwa untuk motor arus searah dapat diturunkan dengan rumus sebagai berikut :

$$E_a = C \Phi$$

$$E_a = V_t - I_a R_a$$

$$n = \frac{V_t - I_a R_a}{C \Phi}$$

Dari persamaan diatas dapat dilihat bahwa kecepatan ( n ) dapat diatur dengan mengubah besaran  $\Phi$ ,  $R_a$ , atau  $V_t$

Dengan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa motor propulsi dari maruta jaya adalah:

$$T = C . I_a . \Phi$$

$$= \frac{I_a}{I_b} . I_a . \Phi$$

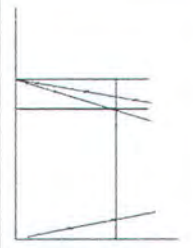
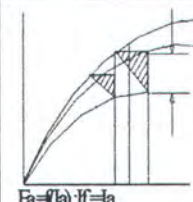
$$= \frac{220}{440} . 220 . 6$$



= 660

itu berarti dengan putaran 1000 rpm mesin menghasilkan torsi sebesar 660 dan 91 % dari 100 kw atau sebesar 91 Kw ( 91% dari 100 kw ) harga maksimal besarnya output power yang dihasilkan oleh motor propulsi.

Karakteristik generator dapat dilihat sebagai berikut :

Gambar Rangkaian	Karakteristik Beban Nol	Karakteristik Beban	karakteristik Luar
 GENERATOR BEBAN	 $E_a = f(I_f), I_a = 0$ $n = \text{konstan}$ $E_a = \alpha \omega$ ; $E_a = \alpha \omega$	 $E_a = f(I_f), I_a = \text{konstan}$ $n = \text{konstan}$	 $E_a = f(I_a), I_f = \text{konstan}$ $n = \text{konstan}$
 GENERATOR SERI	Sama dengan karakteristik beban nol di atas	Sama dengan karakteristik beban di atas	 $E_a = f(I_a), I_f = I_a$ $n = \text{konstan}$ $I_a R_a = f(I_a)$ $E_a = V_t + I_a R_a = f(I_a)$
 GENERATOR SHUNT	Sama dengan karakteristik beban nol di atas	Sama dengan karakteristik beban di atas	 $E_a = f(I_a), I_f = \text{konstan}$ $n = \text{konstan}$

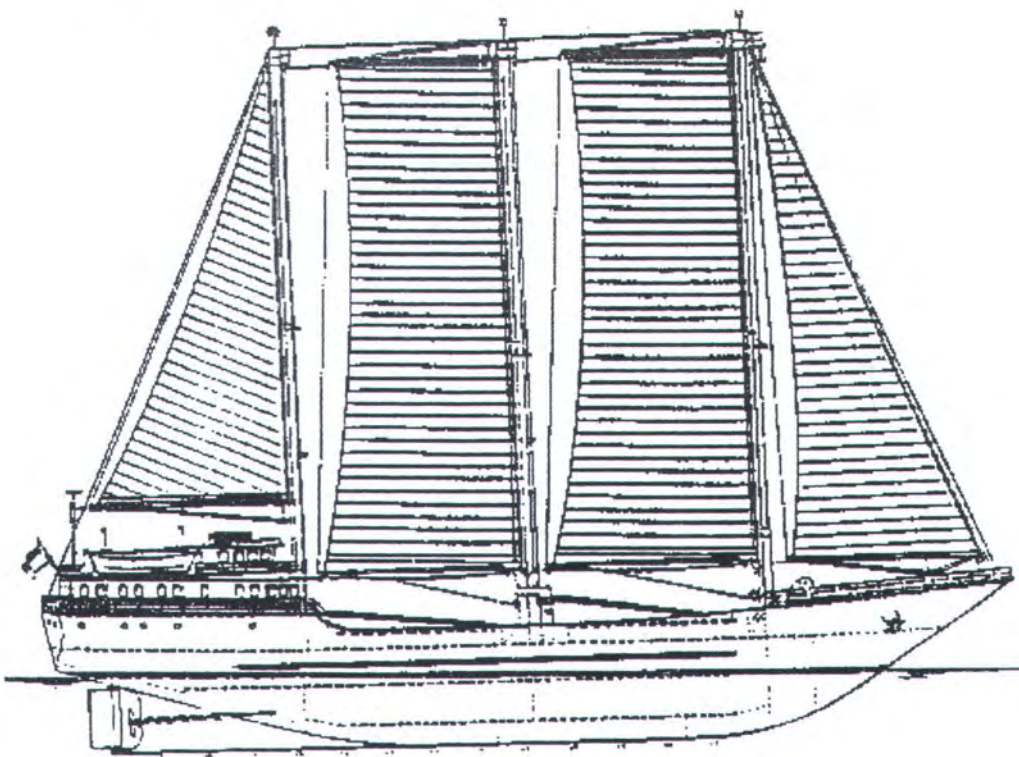




### 4.3 PERFORMANCE LAYAR

Maruta jaya 900 dwt ini memiliki tiga buah tiang layar dengan empat buah variasi sails yaitu :

1. jib sail
2. fore sail
3. main sail dan
4. mizzen sail



Gambaran kapal layar maruta jaya 900 dwt



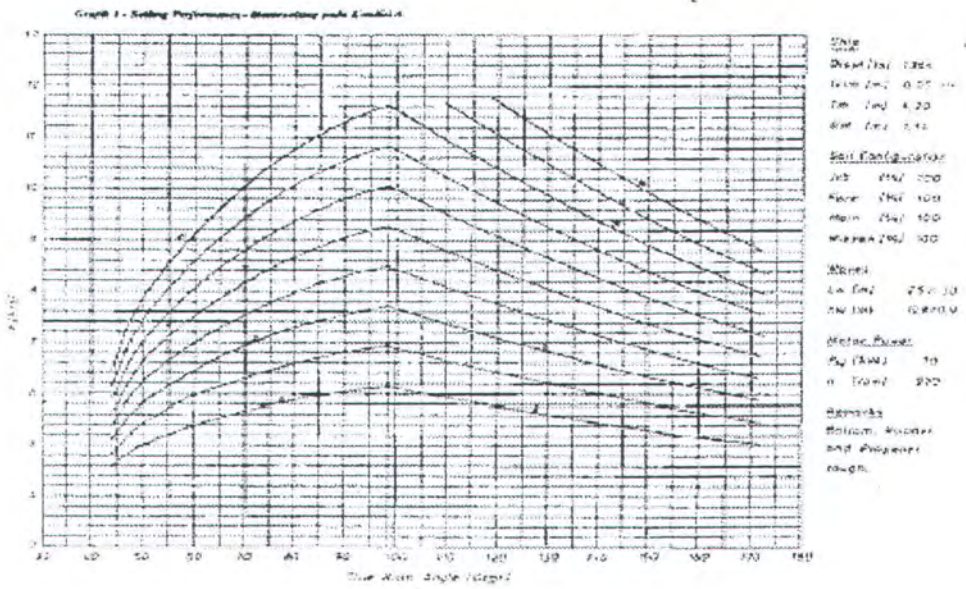
Dimana bila masing masing sails dalam konfigurasi 100 % , serta kondisi kapalnya pada keadaan displacement sebesar 1364 tonnes: trim 0.55 m ( alf ) sarat max 4.20 m : gm 1.14 dan keadaan lautnya memiliki panjang gelombang lw 25 – 30 m tinggi gelombang hw 0.8 – 0.9 m, maka kecepatan servisnya yang direncanakan 7 knot tanpa tenaga motor listrik akan dapat dicapai hanya dengan true windspeed sebesar 8 knot dengan sudut arah angin 90 – 110 ° [ preliminary test result ].

Dan jika keadaan tersebut sudah tercapai, pengaruh penambahan kapasitas power pada motor listrik DC tidak begitu besar. Hal ini seperti yang ditunjukkan dalam grafik 1,2 ,3 yang memperlihatkan hubungan antara true wind angle [ deg ]: true wind speed : motor power : dan ship speed.

Dengan mengasumsikan kontan waves baik tinggi maupun panjang wave serta kondisi konfigurasi sailnya adalah 100 % membuka.

Namun demikian performance layar ( tenaga angin ) lebih sulit diprediksi dibandingkan dengan performance motor listrik terpasang. Hal ini mengingat akan ketergantungan factor factor environmental ( kecepatan dan arah angin serta kecepatan dan arah arus perairan ) yang terjadi pada saat kapal berlayar.





Gambar 3-4 Grafik Performance Motorsailing pada kondisi A







#### 4.4 KEMUNGKINAN PENYEBAB RENDAHNYA PERFORMANCE MARUTA JAYA 900 DWT.

##### 4.4.1 INSTALASI MOTOR PROPULSI

Seperti yang telah didiskusikan pada bab bab sebelumnya, bakwa selama masa uji pelayaran motor sailing boat maruta jaya 900 baik short maupun long term measurements, maruta jaya 900 maih belum mencapai performance yang direncanakan. Khususnya mengenai kecepatan servis kapal yang mana masih berada dibawah spesifikasi teknis yang diminta.

Dari load karakteristik propeller diperhatikan bahwa kebutuhan power motor untuk kecepatan 6 knot adalah 137.5 kw eperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.1 dan 3.2 sedangkan besarnya power terpasang ( BHP ) maksimum adalah 100 kw. Dan berdasarkan tern of reference kapal maruta jaya 900 tenaga yang dapat dibebankan ke motor listrik adalah  $\pm 88$  kwatt ( yaitu 80 % dari 110 kwatt yang merupakan tenaga maksimum generator DC yang tersedia untuk servis kapal ).

Tambahan pula bakwa motor DC shunt tidak didesain untuk bekerja secara kontinyu ( terus menerus ) pada ranting maksimumnya. Tenaga yang

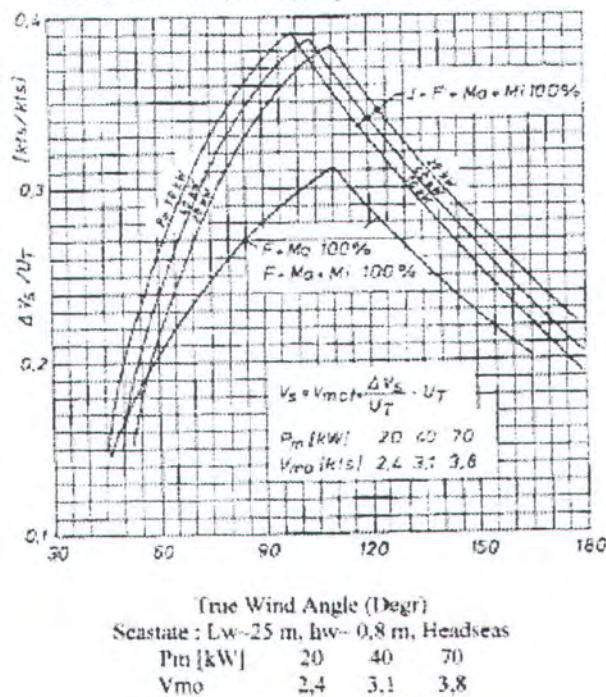


wajar untuk tenaga kerja yang continyu hanya dari motor DC shunt ini adalah berkisar 80 % dari kapasitas terpasang.

Hal ini menjadikan salah satu pertimbangan yang mana turunnya kecepatan dinasnya kapal maruta jaya 900 dwt, kemungkinan disebabkan oleh tenaga yang dihasilkan oleh motor propulsi adalah relative kecil.

Sehingga untuk dapat memberikan kebutuhan tenaga pada baling baling kapal agar kecepatan mencapai 6 knot perlu adanya penambahan pada tenaga terinstal.

Preliminary test result  
Sailing Performance-Motorsailing  
Rough Bottom, Rudder and Propeller  
Seastate: Lw=25 m, hw= 0,8 m, wind 6% 20 kts



Gambar 3-7. Hasil test awal Sailing Performance, Motor Sailing.





### 3.4.2 PENENTUAN SPEED POWER

Dalam penentuan berapa besar yang harus diinstallkan pada motor sailing boat maruta jaya 900 dwt ini, dapat didasari dari hasil perhitungan ship resistance berdasarkan towing test di hamburg ship model basin ( HSVA ) jerman barat [ appendix A ] dan kalkulasi metode holtop.

Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran mengenai hubungan antara kecepatan service kapal dan power terpasang dengan memasukkan juga unsur propeller hull interaction.

Hasil test dari HSVA jerman barat adalah seperti ditunjukkan dalam table sebagai berikut ( lembar report test : tanggal 6 mei 1983 : test No 83 – 144/ 145 ).

Trial Prediction							
( Head wind 0,0 m/s )							
v [ Kts]	FN	RT [KN]	T [KN]	$\eta_d$	$\eta_h$	$\eta_O$	$\eta_R$
4.00	0.0927	5.20	5.96	0.691	1.090	0.675	0.939
6.00	0.1404	11.49	14.19	0.685	1.039	0.669	0.939
7.10	0.1645	15.93	19.93	0.670	1.013	0.667	0.992



8.10	0.1872	20.88	26.79	0.648	0.989	0.663	0.987
9.10	0.2112	27.93	36.00	0.642	0.990	0.656	0.988
10.10	0.2353	38.77	47.15	0.678	1.055	0.649	0.989

**Trial Prediction**

( Head wind 3,0 m/s )

v [ Kts]	FN	RT [KN]	T [KN]	$\eta_d$	$\eta_h$	$\eta_O$	$\eta_R$
4.00	0.0927	6.77	7.75	0.664	1.090	0.649	0.939
6.00	0.1404	13.52	16.70	0.667	1.039	0.650	0.939
7.10	0.1645	18.20	22.79	0.657	1.013	0.653	0.992
8.10	0.1872	23.37	29.99	0.636	0.989	0.651	0.987
9.10	0.2112	30.65	39.51	0.632	0.990	0.646	0.988
10.10	0.2353	41.73	50.76	1.055	1.055	0.641	0.989

Berdasarkan hasil towing test tahanan kapal adalah 11. 49 KN. Sehingga tenaga motor propulsi yang dibutuhkan dapat dihitung sebagai berikut :

TAHANAN TOTAL [ RT ] : 11. 49 KN

EFF. HOUSE POWER [ PE ] : 35.7 KW





---

---

DELIV. HOUSE POWER [ PD ]	: 52. 2 KW
PROPULSIVE COEF [ PC ]	: $\eta_o \times \eta_H \times \eta_R$
	: $0.667 \times 1.039 \times 0.988$
	: 0.685
SHAFT HOUSE POWER [ Ps ]	: $P_d / PC$
	: $52.2 / 0.685$
	: 76.20 KWAT

koreksi pelayaran ( range 25 % s/d 30 % ) diambil dengan harga FP = 27 % dan koreksi letak kamar mesin FK diambil harga = 3 % maka Brake Horse Power ( BHP ) adalah

$$P_B = ( FP + FK ) P_s + P_s = ( 0.27 + 0.03 ) 76.20 + 76.20$$
$$= 99.06 \text{ KWAT}$$

Sedangkan perhitungan berdasarkan metode holtrop dalam speed – power predition memberikan harga tahanan total kapal adalah sebesar 25. 633 KN pada kecepatan kapal 6 knots. Perbedaan harga tahanan kapal tentunya akan menambah besar tenaga motor yang harus diintalasikan.

Tenaga efektif propeller, berdasarkan kalkulasi dengan metode holtrop adalah sebesar 79.0546 kwatt. Sehingga tenaga motor diperhitungkan sebagai berikut :

$$\text{TAHANAN TOTAL [ R_T ]} = 25.6338 \text{ KN}$$
$$\text{EFF. HORSE POWER [ P_E ]} = 79.0546 \text{ KW}$$



$$\begin{aligned}\text{DELIV. HORSE POWER [ } P_D \text{ ]} &= P_E / \eta_D \\ &= 79.05 / 0.65 \\ &= 121.615 \text{ KW}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BRAKE HORSE POWER [ } P_D \text{ ]} &= P_D / \eta_{\text{TRANS}} \\ &= 121.651 / 0.960 \\ &= 126.682\end{aligned}$$

perbedaan angka terhadap besarnya brake power yang harus diinstallkan di maruta jaya 900 ini, disebabkan adanya perbedaan harga parameter parameter kapal pada saat dikonsumsi pada metode holtrop 1984 computer programme yang meliputi :  $C_B$ , wetted surface area ( hull & appendage ), draught, vol displacement hal ini tentunya memberikan pengertian bahwa bentuk hull form dari maruta jaya 900 mengalami beberapa perubahan sekalipun harga perubahan relative kecil.

Akibat adanya pemilihan tenaga motor ( motor -  $P_B$  ) adalah relative rendah dari yang dibutuhkan, apabila performance kapal yang diinginkan tidak berubah. Sehingga jika tenaga electric motor terpasang didasari dari hasil report HSVA - TOWING TEST terlihat bahwa elektrik motor power masih belum memadai.

Selengkapnya perhitungan tahanannya adalah :

Pada perhitungan untuk mencari tahanan kapal dipakai data dan ukuran utama kapal, rumus-rumus perhitungan tabel, dan diagram. Metode yang perhitungan yang digunakan adalah Guldhammer-Harvald.



**Data dan ukuran utama kapal adalah sebagai berikut :**

1.	Nama Kapal	: KM. MARUTA JAYA
2.	Type Kapal	: CARGO
	Ukuran Utama	
	L W L	: 51.6 m
	L P P	: 50 m
	Lebar Kapal ( B )	: 12 m
	Tinggi Kapal ( H )	: 5 m
	Sarat kapal ( T )	: 4.7 m
	Kecepatan kapal ( Vs )	: 6 knots
	Koefisien Block ( Cb / $\delta$ )	: 0,558
	Koefisien prismatic ( Cp / $\phi$ )	: 0.6240
	Displacement ( $\Delta$ )	: 1623.4948 ton

## ❖ Koefisien koefisien

- Koefisien mindship ( cm )

$$C_m = 0.8940$$

- Koefisien blok ( cb )

$$\begin{aligned} &= \frac{2392.40}{67 \times 12 \times 4.7} \\ &= 0.6331 \end{aligned}$$

- Koefisien prismatic ( cp )

$$C_p = c_b / c_m$$



$$= 0.8940$$

❖ Perbandingan vol displasment

- Am blok =  $b \times t \times cm$   
=  $12 \times 4.7 \times 0.8940$   
=  $50.4216 \text{ m}^2$
- V blok = A blok  
=  $50.4216 \text{ m}^2$

❖ Volume displasment maruta jaya 900

- $V = Lwl * B * T * Cb$   
=  $51.6 * 12 * 4.7 * 0.558$   
=  $1623.4849 \text{ m}^3$

Perhitungan daya kapal

Untuk perhitungan tahanan kapal menggunakan metode holtrop dalam speed power prediction dan dilakukan terhadap beberapa kecepatan kapal. Sedangkan servis kapal adalah 6 knot hasil perhitungan sebagai berikut :

- Reynold number ( Rn )

$$Rn = Vs . L / \nu$$

$$R_n = \frac{3 \times 25}{1.18831 \times 10^{-6}} = 89.12325 \times 10^6$$

- Fround number ( Fn )

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{g * l}} = \frac{3}{\sqrt{9.8 * 25}} = 0.01$$





- Perhitungan Water Service Area

Water service area atau S adalah volume kapal yang tercelup dalam air dan dapat dihitung dari rumus seperti pada berikut ini

$$\begin{aligned} S &= 1.025 * L_{pp} * (C_b * B + 1.7 * T) \\ &= 1.025 * 50 * (0.558 * 12 + 1.7 * 4.7) \\ &= 752.6575 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Tahanan gesek kapal ( ITTC 1957 )

Nilai  $C_F$  diperoleh dari diagram ITTC hal 129 SV. Harvarld, dimana  $VS = 6$  knot dan  $L_{pp} = 5.61$  m, maka  $C_F = 0.07$  Suhu normal air asin adalah 150 c, karena kapal direncanakan berlayar diperairan Asia pasifik yang bersuhu 200 c, maka dilakukan koreksi terhadap  $C_F$  yaitu:

$$\begin{aligned} 10^3 C_F &= C_F (1 + 0.0043(15 - 20)) \\ C_F &= 0.07(1 + 0.0043(-5)) = 0.07 \text{ EDDC3} \end{aligned}$$

- Factor lambung

$$1+k_1 = C_{13} ( 0.93 + C_{12} ( B / L_{12} )^{0.92497} - ( 0.95 - C_p )^{-0.521448} ) ( C_p + 0.02225 LCB )^{0.6906}$$

$$\begin{aligned} C_b &= 1 - 0.003 \text{ c stern} \\ &= ( T/L )^{0.228446} \dots \dots \dots \text{untuk } T/L > 0.05 \end{aligned}$$

- $R_{app} = 0.5 \rho v^2_{app} ( 1 + k_2 )$

- Tahanan ombak

$$R_w = C_1. C_2. C_5. V. \rho. g. \exp ( m_1. f n^d + m_2. \cos(\chi. f n^{-2}) )$$



C2 adalah koefisien yang menentukan pengaruh dari penggunaan bulbbow terhadap tahanan ombak. Kapal maruta jaya tidak menggunakan bulbous bow sehingga pengaruh penggunaannya terhadap tahanan ombak tidak ada ( dianggap satu – tidak mempengaruhi tahanan gelombang )

Wake Fraction ( w )

$$\begin{aligned}w &= 0.5 * C_b - 0.05 \\&= 0.5 * 0.557 - 0.05 \\&= 0.25\end{aligned}$$

perhitungan daya kapal

Thrust Deduction Factor ( t )

$$t = t_1 - t_2$$

dimana :

$$t_1 = \frac{d + e}{(f(0.98 - cb)^3 + 1)}$$

$$t_2 = 2 \left( \frac{D}{L} - 0.04 \right)$$

$$d = 0.65 \left( \frac{b}{l} + 0.08 \right),$$

$$e = 0.165 - 0.25 \frac{b}{l}$$

$$f = 825 - 8060 \frac{b}{l} + 20300 \left( \frac{b}{l} \right)^2$$

Thrust Deduction Factor ( t ) adalah

$$\begin{aligned}d &= 0.625 ( 12/6.5 ) + 0.08 \\&= 0.19\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}e &= 0.165 - 0.25 (12/55) \\&= 0.11045\end{aligned}$$





$$\begin{aligned} &= 825 - 8060 ( 12/55 ) + 20300 ( 12/55 )^2 \\ &= 32.8016 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t1 &= \frac{0.19 + 0.1229}{(32.8016(0.98 - 0.6331)^3 + 1)} \\ &= 0.1320 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t2 &= 2 ( 2.040 / 6.5 - 0.04 ) \\ &= 0.017 \\ &= 0.1320 - 0.017 \\ &= 0.115 \end{aligned}$$

$$t = k * w$$

Dimana k adalah harga untuk :

- ♣ Stream rudder ,  $k = 0.55 - 0.7$
- ♣ Rudder tipis ,  $k = 0.5$
- ♣ Rudder tebal ,  $k = 0.7$

Maka dipilih stream rudder dengan nilai  $k = 0.6$

Effisiensi hull (  $\eta_h$  )

$$\begin{aligned} \eta_h &= \frac{1-t}{1-w} \\ &= \frac{1-0.115}{1-0.25} = 1.18 \end{aligned}$$

Advance Speed (  $V_a$  )

$$\begin{aligned} V_a &= ( 1 - w ) * V_s \\ &= ( 1 - 0.25 ) * 3.085 \\ &= 2.3006 \text{ m / dt} \end{aligned}$$

Effisiensi Relatif Rotatif (  $\eta_{rr}$  )

$$\eta_{rr} \text{ untuk single screw} = 1.00 \sim 1.05$$

digunakan untuk harga  $\eta_{rr} = 1.00$



Effisiensi Propeller (  $\eta_p$  )

$\eta_p$  nilainya antara 0.4 ~ 0.7

$\eta_p$  digunakan 0.55

Propulsive Coefficient (  $P_c$  )

$$\begin{aligned} P_c &= \eta_h * \eta_p * \eta_{rr} \\ &= 1.18 * 0.55 * 1.00 \\ &= 0.649 \end{aligned}$$

### PERHITUNGAN EFEKTIF HORSE POWER

Efektif Horse Power adalah tenaga yang dibutuhkan untuk menarik kapal yang mempunyai tahanan sebesar R dan kecepatan  $V_s$ .

$$\begin{aligned} EHP &= RT * V_s \\ &= 25.6338 * 3.085 \\ &= 79.0802 \text{ KW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DHP &= \frac{EHP}{P_c} \\ &= \frac{79.0802}{0.649} \\ &= 121.84 \text{ KW} \\ &= 163.2656 \text{ HP} \end{aligned}$$



**PERHITUNGAN BRAKE HORSE POWER (BHP)**

Untuk perhitungan kamar mesin belakang digunakan koreksi sebesar 3 %

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \text{DHP} + 3\%.\text{DHP} \\ &= 163.2656 + 3\% * 163.2656 \\ &= 168.163 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP mcr} &= \frac{\text{BHP}}{\eta_{\text{trans}}} \\ &= \frac{121.84}{0.960} \end{aligned}$$

$$= 126.91 \text{ KW}$$

Sedangkan perbandingan perhitungan tahanan menggunakan metode maxsurf adalah :

**DAFTAR PERHITUNGAN TAHANAN METODE MAXSURF**

No	Speed ( kts )	Holtrop Resist ( kn )	Holtrop Power ( kw )	Van Oort Resist ( kw )	Van Oort Power ( kw )	Series 60 Resist ( kw )	Series 60 Power ( kw )
1	0.25	0.03	0	0.02	0		
2	0.5	0.11	0.03	0.09	0.02		
3	0.75	0.24	0.09	0.19	0.07		
4	1	0.4	0.21	0.32	0.16		
5	1.25	0.61	0.39	0.48	0.31		
6	1.5	0.86	0.67	0.68	0.52		
7	1.75	1.15	1.04	0.9	0.81		
8	2	1.48	1.52	1.16	1.19		
9	2.25	1.85	2.14	1.45	1.67		
10	2.5	2.25	2.89	1.79	2.27		
11	2.75	2.69	3.81	2.11	2.89		



12	3	3.17	4.89	2.48	3.83		
13	3.25	3.68	6.16	2.89	4.83		
14	3.5	4.23	7.62	3.34	6.02		
15	3.75	4.82	9.3	3.85	7.42		
16	4	5.45	11.2	4.42	9.1		
17	4.25	6.11	13.35	5.08	11.1		
18	4.5	6.81	15.76	5.83	13.49		
19	4.75	7.55	18.46	6.68	16.32		
20	5	8.34	21.46	7.64	19.55		
21	5.25	9.19	24.82	8.7	23.5		
22	5.5	10.1	28.57	9.86	27.91		
23	5.75	11.08	32.78	11.12	32.89		
<b>24</b>	<b>6</b>	<b>12.15</b>	<b>37.51</b>	<b>12.46</b>	<b>38.46</b>	<b>12.45</b>	<b>38.44</b>
25	6.25	13.33	42.87	13.88	44.62	13.53	43.5
26	6.5	14.64	48.97	15.36	51.36	14.63	48.63
27	6.75	16.1	55.92	16.9	58.69	16.01	55.6
28	7	17.75	63.91	18.49	66.58	17.39	62.63
29	7.25	19.61	73.21	20.12	74.05	18.9	70.51
30	7.5	21.71	83.77	21.78	84.05	20.46	78.95

Sedangkan data generator dan motor propulsi pada kapal maruta jaya adalah :

#### **MOTOR PROPULSI**

**PRODUKSI** : ANTON PILLER  
**TIPE** : GMCL 315 26 B  
**OUTPUT POWER** : 100 KW  
**SPEED** : 1000 RPM  
**EFF** : 91 %  
**WEIGHT** : 1220 KG





#### GENERATOR AC

PRODUKSI	: ANTON PILLER
TIPE	: 3306 B
OUTPUT POWER	: 125 KW
SPEED	: 1500 RPM
EFF	: 89.7 %
WEIGHT	: 1250 KG

#### 4.4.3 DESAIN PROPELLER

Propeller untuk maruta jaya 900 dwt adalah didesain dan dipropuksi oleh kamome propeller co. ltd Singapore. Dimana dalam perhitungan desain terlihat bakwa harga tenaga elektrik motor ( main engine ) adalah dalam kondisi 100 % power dan 100 % speed ( atau mcr ). Hal ini memberikan pengertian bahwa performance propeller dalam mencapai required peed adalah bila engine operating pointnya adalah maksimum. Dengan demikian berarti tenaga dari elektrik motor tidak diberikan allowance yang cukup untuk menghadapi kondisi yang berbeda ( rough water, headwind, sea states dsb ).

Adapun propedur kalkulasi desain propeller yang dilakukan oleh kamome propeller co. ltd adalah sebagai berikut :

**PEMILIHAN PROPELLER**

Diameter propeller diasumsikan sebagai berikut:

$$0.6T \leq D \leq 0.7 T$$

$$0.6(4.7) \leq D \leq 0.7(4.7)$$

$$2.82 \text{ m} \leq D \leq 3.29 \text{ m}$$

- **Sarat Kapal atau T**

$$T = 4.7 \text{ meter}$$

- **Jarak Lunas ke Poros atau E**

$$E = 0.35 \cdot T$$

$$= 0.35 \cdot 4.7$$

$$= 1.6 \text{ m}$$

- **Tinggi ombak atau H**

$$H = 0.75\% L_{pp}$$

$$= 0.75\% \times 50$$

$$= 0.375 \text{ m}$$

- **Water Head atau Wh**

$$Wh = (T - E) + H$$

$$= (4.7 - 1.6) + 0.375$$

$$= 3.475$$

- **Tekanan Hidrostatik Air Laut atau Wh**

$$Po = Wh \cdot \rho_{\text{air laut}}$$

$$= 3.475 \times 1025$$

$$= 3561.875 \text{ kg/m}^2$$

- **Tekanan hidrostatik pada sumbu propeller**

$$\text{Dimana } \rho_{\text{air laut}} = 1.025 \text{ ton/m}^2$$

$$= 1025 \text{ kg/m}^2$$







Tekanan atmosfer penguapan air laut atau  $e$

$$e = 10100 \text{ Kg/m}^2$$

Sehingga Tekanan statis pada sumbu poros

$$\begin{aligned}(P_0 - e) &= P_0 + e \\ &= 3561.875 + 10100 \\ &= 13661.875 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

### II.1.2 ANGKA KAVITASI

#### □ Intake Velocity

$$\begin{aligned}V_a &= (1 - w) * V_s \\ &= (1 - 0.25) * 3.085 \\ &= 2.3006 \text{ m / dt}\end{aligned}$$

#### □ Angka Kavitasi

$$\rho = 104.5 \text{ kgs}^2/\text{m}^2$$

$$\begin{aligned}\tau_o &= (P_0 - e) / (1/2 \rho V_a^2) \\ &= 13661.875 / 1/2 \cdot 104.5 (2.3006)^2 \\ &= 4.94\end{aligned}$$

(*Van Lameren, RESISTANCE, PROPULSION, and STEERING of SHIP*)

#### □ Pembacaan Diagram Kavitasi

Dari hasil pembacaan diagram grafik kavitasi Van Lameren 123a diperoleh

$$(S/F_p) / (P_0 - e) = 0.37$$

### II.1.3 SYARAT BEBAS KAVITASI

#### □ Perhitungan Thrust



$$\begin{aligned} S &= \frac{DHP \times 75 \times \eta_{px} \times \eta_{rr}}{V_a} \\ &= \frac{163.2556 \times 75 \times 0.55 \times 1.00}{2.3006} \\ &= 29320.3109 \text{ kg} \end{aligned}$$

□ **Perhitungan Fp**

$$\begin{aligned} S/F_p &= 0.37 \times 16711.25 \\ &= 0.456 \quad \text{dimana :} \\ s &: \text{thrust dalam kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_p &= \frac{s}{0.456(po - e)} \\ &= \frac{4620.945}{0.456 \times 13731.0625} \\ &= 0.7380 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$F_p' = 1.0577 \text{ m}^2 \text{ dari data prop}$$

□ **Syarat Bebas Kavitas**

$$F_p' \geq F_p \quad \text{..... bebas kavitas}$$

Dengan data propeller selengkapnya adalah :

A. MAIN ENGINE

$$M C R = 136 \text{ P S } * 178 \text{ RPM}$$

B. DESIGN CONDITION

$$HULL = \text{FULL CONDITION} \quad 0.0 \quad \% \quad \text{SEA}$$

MARGIN





ENGINE	= 136. P S * 178 RPM	100 % MCR
		4. 0 % RPM
MARGIN		
PROPELLER	= 3 BLADE	MAU TYPE
TRANS. COEFF	= 0. 960	ETA - T
REL. ROT. COEFF	= 1. 000	ETA - R
WAKE FACTOR	= 0. 270	w
THURT DED	= 0. 190	t
HULL EFFICIENCY	= 1. 110	ETA - H

### C. CALCULATION

1) BHP	= 136 P S	
DHP	= BHP * ETA - T	= 131 P S
P	= DHP * ETA - R	= 131 P S
N	= 178. 0 * 1. 040	= 185. 1 RPM

### 2) OPTIMUM DIA

EAR	0.35	0.50	0.0
DIA	2042	1976	0.0 [ mm ]
Opt. DIA	2042 [ mm ]		
Adopted DIA	2040 [ mm ]		



3) PITCH

CHART	3 – 35	3 – 50
EAR	0.35	0.50
P/D	0.6489	0.6468
P[ mm ]	1324	1319
ETA – O	0.612	0.577
PC	0.6514	0.6142
VS[ knot ]	6.90	6.74

D. PROPOSED PROPELLER DIMENSIONS

DIAMETER	: D	= 2040 mm
PITCH	: P	= 1320
PITCH RATIO	: P / D	= 0.647
EXPANDED AREA RATIO	: EAR	= 0.35
BOSS RATIO	: B	= 0.142
BLADE THICKNESS	: BTK	= 0.0260
BLAKE RAKE ANGLE	: THEKA	= 12 deg
NUMBER OF BLADES	: Z	= 3

E. POWER CURVE

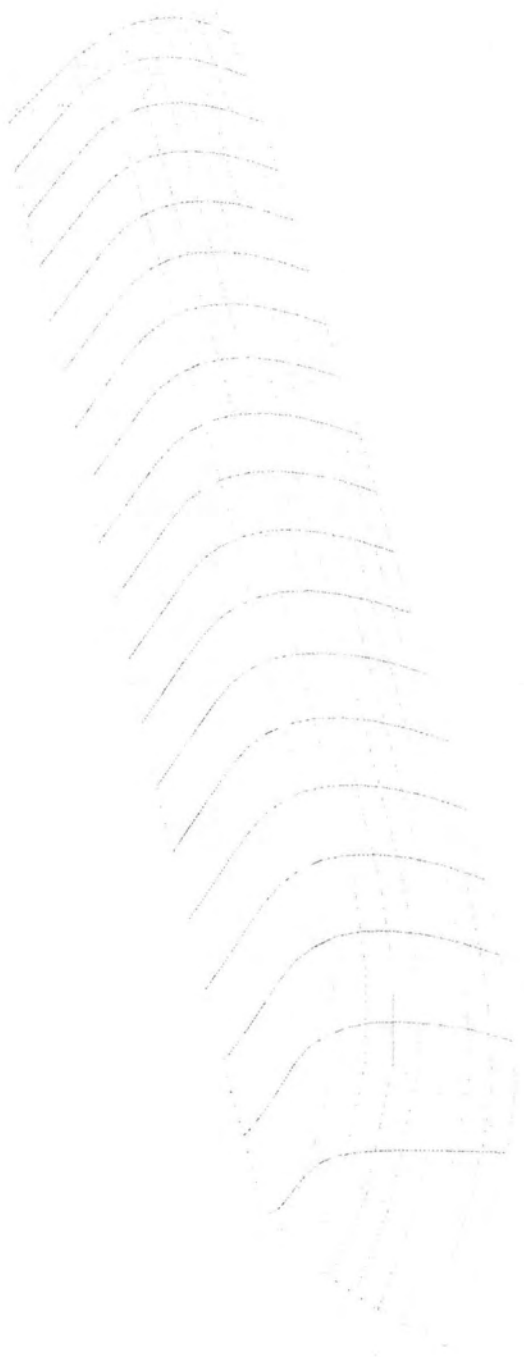




Dari kurva tenaga yang merupakan hasil perhitungan kamome propeller Co ltd. Terlihat bahwa propeller dapat memberikan kecepatan kapal sebesar 7.20 knot pada BHP kapal sebesar 136 P S ( 100 kw ) dengan mengambil harga sea margin 0.0 % yang mana pada kenyataannya pengambilan angka sea margin 0.0 %, akan memperlihatkan harga kapasitas tenaga motor propulsi menjadi relative lebih rendah ( 100 kwat ). Sehingga pada saat kondisi propeller + bottom rough : headas ini terjadi pada sea real pelayaran yang dilalui di saat servis, kecepatan kapal tersebut baru dapat dicapai bilamana motor power terinstallkan berada diatas harga 120 kw.

Agar tidak terjadi kesalahan pendekatan bentuk badan kapal menggunakan metode maxsurf adalah :

MARUTA JAYA 900 DWT





MARUTA JAYA 900 DWT

MARUTA JAYA 900 DWT



MARUTA JAYA 900 DWT





Untuk mencapai kecepatan dinas kapal 6 knot ( pelayaran dengan tenaga motor ) sesuai dengan yang diisyaratkan dalam techinal specification dapat dilakukan dengan cara mengganti motor propulsi kapal dengan tenaga yang relative lebih besar. Hal ini dimaksudkan untuk mengatasi kemungkinan penambahan beban ( increasing load ) akibat sea states dan propeller + bottom rough pada masa pelayaran ( servis ). Keadaan ini tidak menyalahi konsep awal maruta jaya 900 dwt dimana motor propullsinya hanya digunakan untuk kondisi kondisi tertentu.

Penggantian motor propulsi dengan kapaitas tenaga yang lebih besar angat dimungkinkan untuk dilaksanakan, mengingat motor sailing boat maruta jaya 900 dwt. Ini memiliki dua buah motor dieel generator yang masing masing mempunyai kapasitas 130 kwatt.

Tenaga ini dapat mencukupi kebutuhan propulsi kapal yang sebesar  $\pm 137.5$  kwatt dan kebutuhan tenaga servisnya kapal sebesar  $\pm 38$  kwatt sekaligus.

Ada dua alternative penggantian motor propulsi yang dapat diusulkan dalam upaya untuk memperbaiki kecepatan dinas kapal maruta jaya 900 dwt yaitu :

- a. Mengganti motor DC propulsi dengan motor sinkron dengan tenaga yang lebih besar hingga memadai kebutuhan propulsi dengan motor sinkron dengan tenaga yang lebih besar hingga memadai kebutuhan propulsi untuk mencapai kecepatan dinas kapal sebesar 6 knot.





- b. Menganti motor DC propulsi dengan motor DC dengan kapasitas tenaga yang lebih besar sesuai dengan kebutuhan daya propulsi untuk mencapai kecepatan kapal 6 knots.

Pemakaian motor AC sinkron sebagai motor propulsi menawarkan beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh motor DC. Adapun keunggulan yang ditawarkan tersebut antara lain :

- a. Pada sistem propulsi integrasi seperti maruta jaya 900 dwt, memberikan sistem yang lebih sederhana dan lebih kompak. Pemakaian motor AC meniadakan generator ganda ( satu unit generator DC dan satu unit lainnya generator AC ) ataupun converter device untuk mengubah tenaga listrik dari AC ke DC.
- b. Motor sinkron mampu bekerja pada tenaga maksimal secara terus menerus sehingga dapat menekan jumlah tenaga yang diinstalasikan.
- c. Mempunyai berat yang relative lebih ringan dengan motor DC pada kapasitas tenaga yang sama.



- d. Kemudahan dalam pengendalian, membutuhkan perawatan yang minimal

Hal ini menempatkan alternative solusi dengan penggantian motor propulsi dengan motor AC adalah sebagai alternative pertama. Hal ini berdasarkan kenyataan bahwa semakin sedikitnya motor DC yang diproduksi dalam kapasitas tenaga yang relative besar.

Motor DC pengganti diupayakan agar sesuai dengan kebutuhan karakteristik propeller. Kebutuhan tenaga motor listrik propulsi pengganti diperkirakan sebesar 137.5 kwatt, sedangkan untuk memsuplei tenaga tersebut dapat diperoleh dari dua generator AC yang masing masing diputar oleh diesel utama. Karena elektrik motor AC digunakan sebagai pemutar propeller, maka keberadaan generator DC pada konfigurasi sistem propulsi elektrik maruta jaya 900 dwt ini dapat dilepas.

Hal ini mengingat eksistensi dari generator DC tersebut sudah tidak ada. Dengan demikian tenaga output dari generator AC yang dikopel dengan diesel engine dapat diperbesar hingga maksimal.

Penggantian elektrik propulsion motor DC dengan elektrik motor AC pada konfigurasi sistem propulsi maruta jaya 900 dwt tersebut, tentunya akan mengubah skema sistem propulsi kapal serta mengubah scenario operasinya selama masa pelayaran. Adapun konfigurasi sistem propulsi AC alternative adalah ditunjukkan pada gambar sebagai berikut





4-5  
4-11

#### 4.1 INSTALASI SISTEM PROPULSI DENGAN MOTOR SINKRON AC.

##### a. Propeller

Propeller tidak mengalami perubahan, sehingga propeller yang masih lama dapat digunakan.

##### b. Reduction gear

Seperti halnya propeller reduction gear yang lama masih dapat digunakan

Motor propulsi sebagai penggerak propeller diganti dengan motor sinkron dengan data data spesifikasi sebagai berikut :

PRODUKSI	: ABB ( ASEA BROWN BOVERI )
TIPE	: MBV 315
OUTPUT POWER	: 200 KWATT
SPEED	: 1500 RPM
BERAT BERSIH	: 880 KG
UKURAN BINGKAI	: IMI001
EFFICIENCY	: 95 %
FREQ. TEGANGAN	: 50 HZ
RATED VOLTAGE	: 380 / 220 VOLT





DERAJAT PROTEKSI : IP 55

DESIGN : F

Rencana penempatan motor sinkron sebagai pengganti motor DC dalam upaya perbaikan kecepatan dinas motor sailing boat maruta jaya 900 dwt secara teknis dapat dilaksanakan dan hanya dibutuhkan sedikit penyesuaian. Poros output kedua motor tersebut memiliki ukuran yang sama, baik ukuran diameter poros, besar pasak maupun panjang poros. Hal ini memudahkan instalasi yang menghubungkan antara motor propulsi dengan gigi reduksi yang ada.

Sementara ukuran utama yang lainnya seperti diameter motor, panjang keseluruhan dan jarak baut pondasi motor sinkron sedikit lebih besar dari motor sinkron sedikit lebih besar dari motor DC yang digantikannya sehingga merubah konstruksi pondasi motor propulsi.

Berat motor pengganti sedikitnya lebih besar 300 kg dari berat motor DC sebelumnya, akan tetapi hal ini tidak menjadi masalah karena terkompensasi dengan berkurangnya berat instalasi secara keseluruhan yaitu dengan dilepaskannya dua generator DC yang sudah tidak ada eksistensinya pada alternatif solusi ini ( elektrik drive propulsion system yang baru ).

c. Cycloconverter.



Pada sistem propulsi motor listrik tipe dedikasi speed control dapat dilakukan dengan menurunkan / menaikkan kecepatan generator. Pada sistem propulsi tipe integrasi hal ini tidak dapat dilakukan karena tenaga listrik untuk menservis kapal serta untuk tenaga propulsi diambil dari bus yang sama, penurunan frekuensi dapat mengatur putaran generator dapat mempengaruhi suplai daya ke servis kapal.

Cycloconverter dipergunakan untuk mengatasi masalah masalah tersebut. Speed control yang dilakukan dengan mengatur frekuensi tegangan yang

disuplai ke motor sinkron, dengan demikian suplai daya yang diambil dari bus utama terlebih dahulu dilewatkan melalui cycloconverter. Dengan ini daya listrik yang menuju ke servi kapal tidak akan terganggu.

Sistem propulsi pengganti menggunakan cycloconverter produksi *BASLER ELEKTRIC* dengan tipe SCP 210, input 380 / 220 volt dengan internal frekuensi control 20 s/d 50 Hz.

d. Diesel generator

Motor disel yang digunakan sama dengan sistem propulsi sebelumnya ( existing system ).



e. Alternator utama

Sehubungan dengan tidak adanya generator DC maka tenaga yang disalurkan ke alternator dapat dimaksimalkan.

Untuk itu perlu adanya penggantian alternator utama dengan kwat yang lebih besar dari sebelumnya. Spesifikasi teknis generatoe AC pengganti adalah sebagai berikut :

PRODUK	: CATERPILAR
TIPE	: 3306 B DIT
OUTPUT POWER	: 125 KWATT
SPEED	: 1500 RPM
TEGANGAN	: 380 V , 50 Hz
DESIGN	: B3
BERAT	: 1250 KG
EFFISIENCY	: 89.7 %
POWER FACTOR	: 0.8

Berat generator pengganti diperkirakan memiliki selisih 270 kg dengan generator AC sebelumnya, angka tersebut masih harus dikalikan dua ( karena terdapat dua generator AC yang harus diganti ). Namun pertambahan berat teebut tidak menjadi masalah yang berarti karena kompensasi dengan ditiadakannya dua generator DC.





Pertimbangan berat dari sistem propulsi motor listrik haru diperhatikan, karena dikhawatirkan penambahan berat dapat menambah tahanan kapal yang pada akhirnya akan meningkatkan harga daya motor propulsi yang harus diinstalasikan.

Berat peralatan propulsi yang akan diganti dan diangkat :

$$\begin{aligned} W_B &= W_{\text{MOTOR DC}} + 2 \times W_{\text{GENERATOR DC}} + 2 \times W_{\text{GENERATOR AC}} \\ &= 1220 \text{ kg} + [ 2 \times 1340 \text{ kg} ] + [ 2 \times 980 \text{ kg} ] \\ &= 5860 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat peralatan sistem propulsi pengganti :

$$\begin{aligned} W_A &= W_{\text{MOTOR AC}} + [ 2 \times W_{\text{GENERATOR AC}} ] \\ &= 880 \text{ kg} + [ 2 \times 1250 \text{ kg} ] \\ &= 3380 \text{ kg} \end{aligned}$$

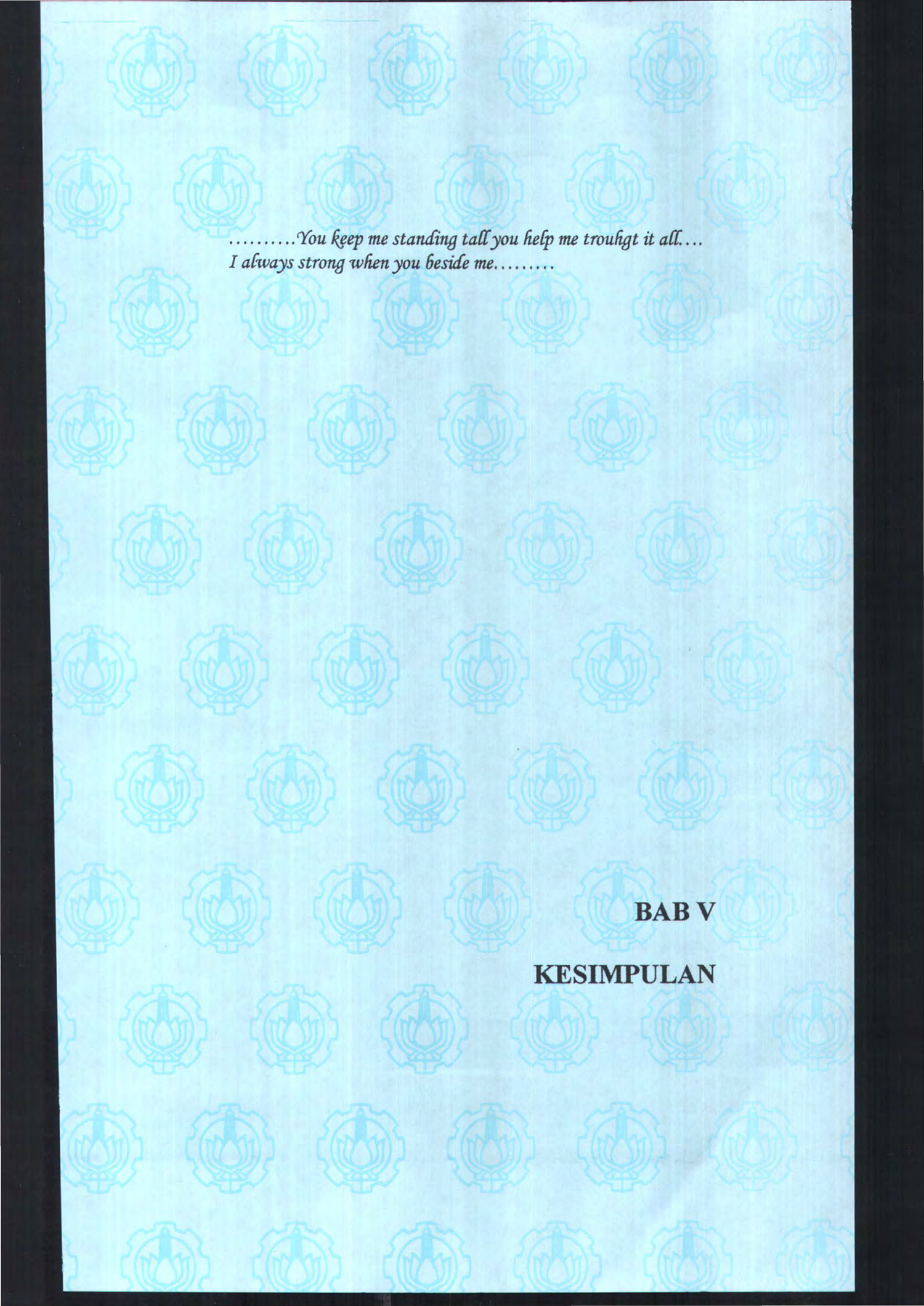
Dari hasil perhitungan berat instalasi tersebut, dapat di tarik suatu pernyataan bahwa sistem propulsi pengganti lebih ringan  $\pm 2400$  kg. sehingga perubahan berat yang ditimbulkan sistem propulsi pengganti tidak menjadi masalah yang berarti.

Sedangkan kemungkinan ruang yang akan ditempati generator AC pengganti masih memadai dari ruang kamar mesin motor sailing boat maruta jaya 900 dwt yang tersedia. Perubahan yang harus dilakukan adalah pada konstruksi pondasi generator. Diameter poros generator pengganti sama dengan diameter poros generator sebelumnya sehingga



memudahkan pemasangan poros pemutar antara generator dan prime mover.





*.....You keep me standing tall you help me trouhgt it all...  
I always strong when you beside me.....*

## **BAB V**

## **KESIMPULAN**





## BAB V

### KESIMPULAN

Secara keseluruhan hasil evaluasi teknis terhadap elektrik drive propulsion system motor sailing boat maruta jaya 900 dwt dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. drop kecepatan servis motor sailing boat maruta jaya 900 dwt saat berlayar dengan tenaga elektrik motor DC disebabkan oleh beberapa hal meliputi :
  - kurangnya tenaga motor propulsi terpasang yang dibutuhkan agar kecepatan kapal 6 knot dapat dicapai. Daya motor yang harus diinstalasikan diperkirakan tidak kurang dari 137.5 kwatt sedangkan daya yang terpasang saat ini hanya sebesar 100 kwatt.
  - Adanya perubahan konstruksi bangunan dari model test motor sailing boat maruta jaya, sehingga pengaruh ship resistance maruta jaya 900 dwt berubah pula. Hal ini secara tidak langsung mengkompensasikan kebutuhan tenaga untuk propulsi kapal yang lebih besar.
  - Desain propeller yang menempatkan harga sea margin sebesar 0.0 % menjadikan kebutuhan power terinstall semakin tidak terpenuhi, dalam mencapai upaya pencapaian kecepatan servis 6 knots.

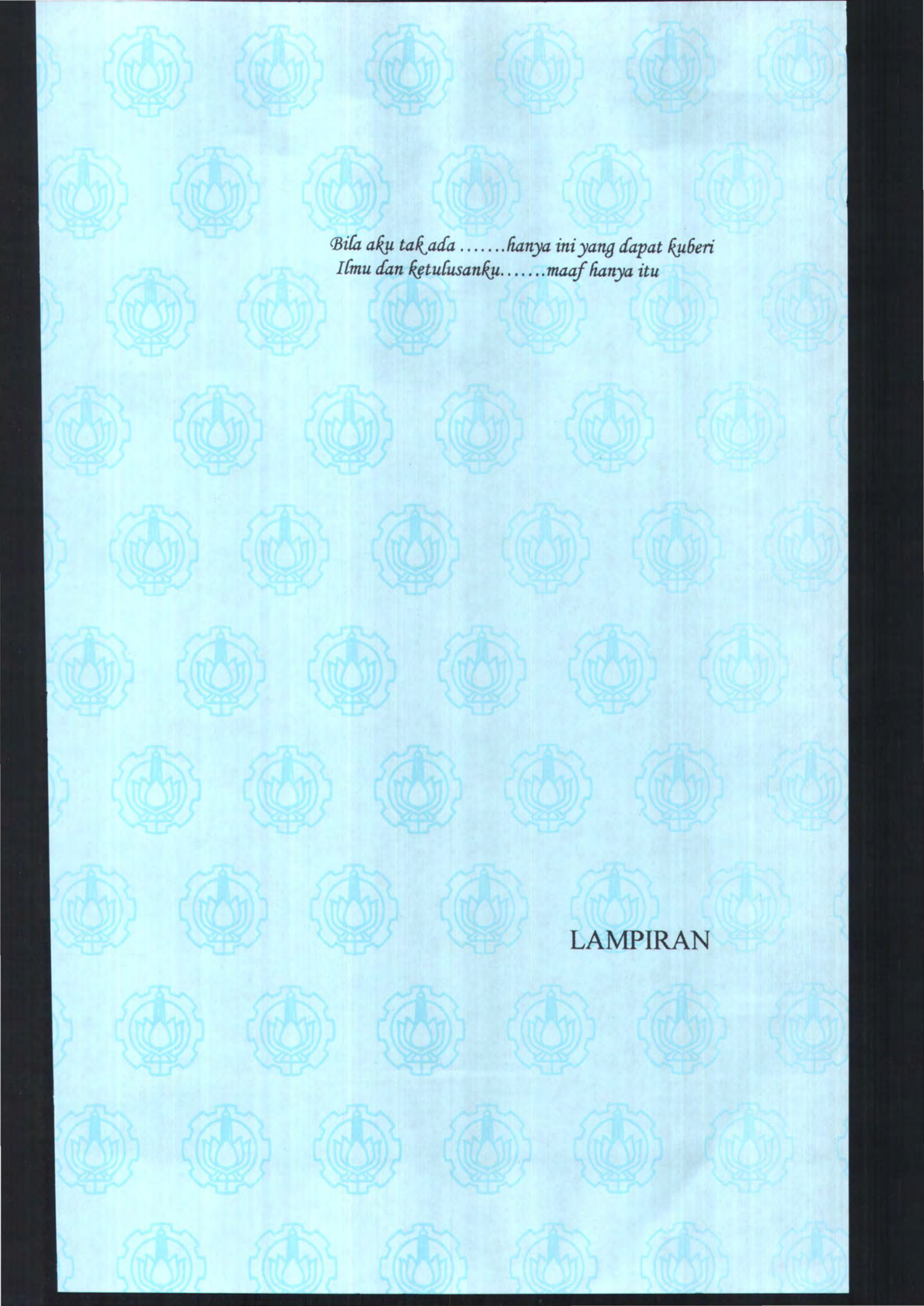


2. alternative solusi drop kecepatan servis motor sailing boat maruta jaya 900 dwt adalah dengan menggantikan motor DC propulsi dengan motor AC sinkron yang memiliki daya yang lebih besar.
3. penggantian motor listrik propulsi dari DC ke AC sinkron, telah memodifikasikan sistem propulsi motor sailing boat maruta jaya 900 dwt.
4. motor AC sinkron dapat diaplikasikan pemakaiannya sebagai motor propulsi pengganti pada motor sailing boat maruta jaya 900 dwt sebagai upaya mengatasi drop kecepatan yang terjadi pada maruta jaya 900 dwt.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Spesifikasi maruta jaya 900 dwt
2. Program maxsurf 7.16
3. Adji S. W ( 1995 ) " Evaluasi teknis propulsi motor sailing boat maruta jaya 900 dwt " laporan penelitian its.
4. Man B.W ( 1997 ) " operating manual for diesel engine " , bazan motores spain.
5. Carlton J. S ( 1994 ) " Marine propeller and propulsion " , butter worth – Heinemann ltd London.
6. Sucipto dan sugeng hardjono " Analisa Ekonomis uji coba komersial satu tahun kapal layar niaga maruta jaya 900 dwt "
7. Kein W. J ( 1995 ) " matching ship propeller and prime mover regional maritime conference Indonesia " ,the Association of Indonesia maritime engineering Jakarta.
8. Kuiper g ( 1992 ) " the wageninge propeller series " , marin netherland.
9. Zuhail ( 1991 ) " Dasar tenaga listrik " , ITB bandung
10. PT PAL ( 2000 ) " proses design electrical "





*Bila aku tak ada .....hanya ini yang dapat kuberi  
Ilmu dan ketulusanku.....maaf hanya itu*

LAMPIRAN

: maruta jaya 900

70

PARTICULARS :

: 51.6000 M	FN :	0.1371
: 12.0000 M	ABT :	0.0000
: 4.7000 M	iE :	27.6441 DEGREE
: 4.7000 M	CM :	0.8940
: 4.7000 M	LCB :	0.4800 M
: 77.5800 M2	ATR :	15.0000 M2
: 777.6921 M2	V. DISPL. :	1623.4948 M3
: 6.0000 Knot	hB :	0.0 M

D. COEFFICIENT :

: 0.6240	CB :	0.557856
: 20.0215 M	CWP :	0.838000
: 0.0006		

5 :

RESISTANCE :	0.0135 KN		
RESIST. :	12.1528 KN	R-HULL ROUGHNESS :	2.4141 KN
US BOW :	0.0000 KN	RF(1+E1) :	0.6217 KN
	1.4318 KN		

: 25.6338 KN  
: 79.0546 KW

SISTANCE PREDICTION (HOLTROP 1984)

=====

RESEARCH & DEVELOPMENT - DIRECTORATE OF TECHNOLOGY 1979

maruta jaya 900

PARTICULARS :

: 51.6000 M	FN :	0.1600
: 12.0000 M	ABT :	0.0000
: 4.7000 M	iE :	27.6441 DEGREE
: 4.7000 M	CM :	0.8940
: 4.7000 M	LCB :	0.4800 M
: 77.5800 M2	ATR :	15.0000 M2
: 777.6921 M2	V. DISPL. :	1623.4948 M3
: 7.0000 Knot	hB :	0.0 M

COEFFICIENT :

: 0.6240	CB :	0.557856
: 20.0215 M	CWP :	0.838000
: 0.0006		

STANCE :	0.1080 KN		
ESIST. :	15.9809 KN	R-HULL ROUGHNESS :	3.2858 KN
BOW :	0.0000 KN	RF(1+K1) :	12.8145 KN



# P RESISTANCE PREDICTION (HOLTROP 1984)

=====

RESEARCH & DEVELOPMENT - DIRECTORATE OF TECHNOLOGY & CONY.

P : maruta jaya 900

## IN PARTICULARS :

:	51.6000 M	FN :	0.1600
:	12.0000 M	ABT :	0.0000
:	4.7000 M	iE :	27.6441 DEGREE
:	4.7000 M	CM :	0.8940
:	4.7000 M	LCB :	0.4800 M
PP :	77.5800 M2	ATR :	15.0000 M2
ULL :	777.6921 M2	V. DISPL. :	1623.4948 M3
ED :	7.0000 Knot	hB :	0.0 M

## ATED COEFFICIENT :

:	0.6240	CB :	0.557856
:	20.0215 M	CWP :	0.838000
:	0.0006		

## UTS :

RESISTANCE :	0.1080 KN		
SOM RESIST. :	15.9809 KN	R-HULL ROUGHNESS :	3.2858 KN
LBOWS BOW :	0.0000 KN	RF(1+K1) :	12.8145 KN
:	1.9069 KN		
TAL :	34.0962 KN		
:	122.6780 KW		



# RESISTANCE PREDICTION (HOLTROP 1984)

72

=====

RESEARCH & DEVELOPMENT - DIRECTORATE OF TECHNOLOGY & CONN.

: maruta jaya 900

## PARTICULARS :

: 51.0000 M	FX :	0.1820
: 12.0000 M	ABT :	0.0000
: 4.7000 M	iE :	27.6441 DEGREE
: 4.7000 M	CM :	0.8940
: 4.7000 M	LCB :	0.4800 M
: 77.5800 M2	ATR :	15.0000 M2
: 777.6921 M2	V. DISPL. :	1623.4948 M3
: 8.0000 Knot	hB :	0.0 M

## COEFFICIENT :

: 0.6210	CB :	0.557856
: 20.0215 M	CWP :	0.838000
: 0.0006		

## S :

RESISTANCE :	0.5399 KN	
W RESIST. :	20.1410 KN	R-HULL ROUGHNESS :
WUS BOW :	0.0000 KN	RF(1+K1) :
:	2.1447 KN	4.2917 KN
		16.4282 KN
:	43.8455 KN	
:	180.2926 KW	

# P RESISTANCE PREDICTION (HOLTROP 1984)

73

=====

RESEARCH & DEVELOPMENT - DIRECTORATE OF TECHNOLOGY & COM.

P : maruta jaya 900

## PARTICULARS :

	:	51.6000 M	FN	:	0.2057
	:	12.0000 M	ABT	:	0.0000
	:	4.7000 M	IE	:	27.6441 DEGREE
	:	4.7000 M	CM	:	0.8940
	:	4.7000 M	LCB	:	0.4800 M
P	:	77.5800 M2	ATR	:	15.0000 M2
LL	:	777.6921 M2	V. DISPL.	:	1623.4948 M3
D	:	9.0000 Knot	h0	:	0.0 M

## RESISTANCE COEFFICIENT :

:	0.6240	CB	:	0.557856
:	20.0215 M	CWP	:	0.838000
:	0.0006			

## RESULTS :

RESISTANCE	:	1.7686 KN		
SOM RESIST.	:	24.5645 KN	R-HULL ROUGHNESS :	5.4317 KN
BOUS BOW	:	0.0000 KN	RF(1+K1) :	20.4558 KN
P	:	3.0440 KN		
TAL	:	55.2646 KN		
	:	255.6541 KW		



=====

RESEARCH & DEVELOPMENT - DIRECTORATE OF TECHNOLOGY & COM.

P : maruta jaya 900

IN PARTICULARS :

:	51.6000 M	FN :	0.2286
:	12.0000 M	ABT :	0.0000
:	4.7000 M	iE :	27.6441 DEGREE
:	4.7000 M	CM :	0.8940
:	4.7000 M	LCE :	0.4800 M
PP :	77.5800 M2	ATR :	15.0000 M2
HULL :	777.6921 M2	V. DISPL. :	1623.4948 M3
ED :	10.0000 Knot	hG :	0.0 M

ATED COEFFICIENT :

:	0.6240	CB :	0.557856
:	20.0215 M	CWP :	0.838000
:	0.0006		

ULTS :

RESISTANCE :	5.4496 KN	R-HULL ROUGHNESS :	6.7058 KN
SOM RESIST. :	29.1828 KN	RF(1+K1) :	24.8913 KN
LBOWS BOW :	0.0000 KN		
P :	3.7041 KN		
TAL :	69.9335 KN		
:	359.4582 KW		

# SHIP RESISTANCE PREDICTION (HOLTROP 1984)

75

=====

: RESEARCH & DEVELOPMENT - DIRECTORATE OF TECHNOLOGY & COM.

SHIP : maruta jaya 900

## MAIN PARTICULARS :

WL	:	51.6000 M	FN	:	0.2514
	:	12.0000 M	ABT	:	0.0000
	:	4.7000 M	IE	:	27.6441 DEGREE
	:	4.7000 M	CM	:	0.8940
	:	4.7000 M	LCB	:	0.4800 M
APP	:	77.5800 M2	ATR	:	15.0000 M2
HULL	:	777.6921 M2	V. DISPL.	:	1623.4948 M3
PEED	:	11.0000 Knot	hB	:	0.0 M

## RELATED COEFFICIENT :

:	0.6240	CB	:	0.557856
:	20.0215 M	CWP	:	0.838000
:	0.0006			

## RESULTS :

VE RESISTANCE	:	10.4325 KN	R-HULL ROUGHNESS :	8.1140 KI
ANSON RESIST.	:	33.9273 KN	RF(1+K1) :	29.7295 KI
BULBOUS BOW	:	0.0000 KN		
APP	:	4.4240 KN		
TOTAL	:	86.6272 KN		
	:	489.7903 KW		



## P RESISTANCE PREDICTION (HOLTROP 1984)

=====

RESEARCH &amp; DEVELOPMENT - DIRECTORATE OF TECHNOLOGY &amp; CONN.

P : MARUTA JAYA 900

PARTICULARS :

:	51.6000 M	FN :	0.2743
:	12.0000 M	ABT :	0.0000
:	4.7000 M	iE :	27.6441 DEGREE
:	4.7000 M	CM :	0.8940
:	4.7000 M	LCE :	0.4800 M
P :	77.5800 M2	ATR :	15.0000 M2
LL :	777.6921 M2	V. DISPL. :	1623.4918 M3
D :	12.0000 Knot	hB :	0.0 M

TED COEFFICIENT :

:	0.6240	CB :	0.557856
:	20.0215 M	CWP :	0.838000
:	0.0006		

TS :

RESISTANCE :	26.8970 KN		
OM RESIST. :	38.7293 KN	E-HULL ROUGHNESS :	9.6563 KN
BOUS BOW :	0.0000 KN	RF(1+E1) :	31.9657 KN
:	5.2032 KN		
AL :	115.4515 KN		
:	712.1049 KW		

# P RESISTANCE PREDICTION (HOLTROP 1984)

77

RESEARCH & DEVELOPMENT - DIRECTORATE OF TECHNOLOGY & CONN.

P : MARUTA JAYA 300

## N PARTICULARS :

:	51.6000 M	FN :	0.2971
:	12.0000 M	ART :	0.0000
:	4.7000 M	IE :	27.6441 DEGREE
:	4.7000 M	CM :	0.8940
:	4.7000 M	LCR :	0.4800 M
PP :	77.5800 M2	ATR :	15.0000 M2
ULL :	777.6921 M2	V. DISPL. :	1623.4948 M3
ED :	13.0000 Knot	hb :	0.0 M

## ATED COEFFICIENT :

:	0.6240	CB :	0.557856
:	20.0215 M	CWP :	0.838000
:	0.0006		

## ULTS :

RESISTANCE :	51.6895 KN	R-HULL ROUGHNESS :	11.3327 KN
SOM RESIST. :	43.5202 KN	RF(1+K1) :	10.5958 KN
LBOWS DOW :	0.0000 KN		
P :	6.0410 KN		
TAL :	153.1793 KN		
:	1023.5439 KW		

# IP RESISTANCE PREDICTION (HOLTROP 1984)

=====

RESEARCH & DEVELOPMENT - DIRECTORATE OF TECHNOLOGY & COMM.

IP : MARUTA JAYA 900

## IN PARTICULARS :

	:	51.6000 M	FN	:	0.3200
	:	12.0000 M	AET	:	0.0000
	:	4.7000 M	IE	:	27.6441 DEGREE
	:	4.7000 M	CM	:	0.8940
	:	4.7000 M	LCB	:	0.4800 M
PP	:	77.5800 M2	ATE	:	15.0000 M2
ULL	:	777.6921 M2	V. DISPL.	:	1623.4948 M3
ED	:	11.0000 Knot	hB	:	0.0 M

## ATED COEFFICIENT :

	:	0.6240	CF	:	0.557856
	:	20.0215 M	CWT	:	0.838000
	:	0.0006			

## ULTS :

RESISTANCE	:	68.2625 KN			
SOM RESIST.	:	48.2315 KN	R-HULL ROUGHNESS	:	13.1433 KN
LBOWS BOW	:	0.0000 KN	RF(1+K1)	:	16.6160 KN
P	:	6.9369 KN			
TAL	:	183.1901 KN			
	:	1318.2361 KW			



## APPENDIX C

OWNER

SHIP  
YARD

SHIP  
NO.



MILIK PERPUSTAKAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH - NOPEMBER

CALCULATION SHEET  
OF  
PROPELLER

ENGINE

100 kw (135 hp) x 1000 / 112 rpm

CLASSI-  
FICATION

BKI



KAMOME PROPELLER CO., LTD.

APPROVED

APPROVED

APPROVED

K. Kanna

CHECKED BY

DRAWN BY

H. H. L. S. S. S.

DATE

13. APR. 1987

CAL-  
NO.

9-757



SHEETS WITH COVER

## 1. MAIN ENGINE

M.C.R. = 136. PS \* 178.0 RPM

## 2. DESIGN CONDITIONS

HULL : FULL CONDITION 0.0 % SEA MARGIN

ENGINE : 136. PS \* 178.0 RPM 100.0 % M.C.R.  
4.0 % RPM MARGIN

PROPELLER : 3 BLADES MAU TYPE

TRANSMISSION COEFFICIENT	:	ETA-T =	0.960
RELATIVE ROTATIVE EFFICIENCY	:	ETA-R =	1.000
WAKE FACTOR	:	W =	0.270
THRUST DEDUCTION COEFFICIENT	:	T =	0.190
HULL EFFICIENCY	:	ETA-H =	1.110

## 3. CALCULATION

1) BHP = 136. (PS)  
 DHP = BHP \* ETA-T = 131. (PS)  
 P = DHP \* ETA-R = 131. (PS)  
 N = 178.0 \* 1.040 = 185.1 (RPM)

## 2) OPTIMUM DIA.

EAR	0.35	0.50	0.0
DIA.	2042.	1976.	0. (MM)

OPTIMUM DIA. = 2042. (MM) (EAR=0.35)  
 ADOPTED DIA. = 2040. (MM)

## 3) PITCH

CHART	3-35	3-50	0-0
EAR	0.35	0.50	0.0
P/D	0.6489	0.6468	0.0
P (MM)	1324.	1319.	0.
ETA-D	0.612	0.577	0.0
PC	0.6514	0.6142	0.0
VS (KT)	6.90	6.74	0.0

NOTE : PC = ETA-T \* ETA-R \* ETA-H \* ETA-D = 1.0652 \* ETA-D



## 4. PROPOSED PROPELLER DIMENSIONS

DIAMETER : D = 2040. (MM)  
 PITCH : P = 1320. (MM)  
 PITCH RATIO : P/D = 0.647  
 EXPANDED AREA RATIO : EAR = 0.35  
 BOSS RATIO : B = 0.142  
 BLADE THICKNESS RATIO : BTR = 0.0260  
 BLADE RAKE ANGLE : THETA = 12. (DEG)  
 NUMBER OF BLADES : Z = 3  
 MATERIAL : NI-A2-BRONZE (KALLEC3)  
 DIRECTION OF ROTATION :  
 MOMENT OF INERTIA (IN AIR) : 447 (KG-CM-SEC<sup>2</sup>)

## CHECK OF EXPANDED AREA RATIO (AT M.C.R.)

BHP = 136. (PS)  
 VS = 6.90 (KNOT)  
 N = 185.1 (RPM) BY POWER CURVES

IMMERSION I = 2.50 (M)

## 1) BURRILL'S METHOD

SIGMA B =  $H / (0.5 * ROU * V^{*2})$   
 = 12663. / (0.5 \* 104.5 \* 198.2)  
 = 1.223

TAU = 0.468 (BY CHART)

/ AP =  $T / (0.5 * ROU * V^{*2} * TAU)$   
 = 2310. / (0.5 \* 104.5 \* 198.2 \* 0.468)  
 = 0.477 (M<sup>\*2</sup>)

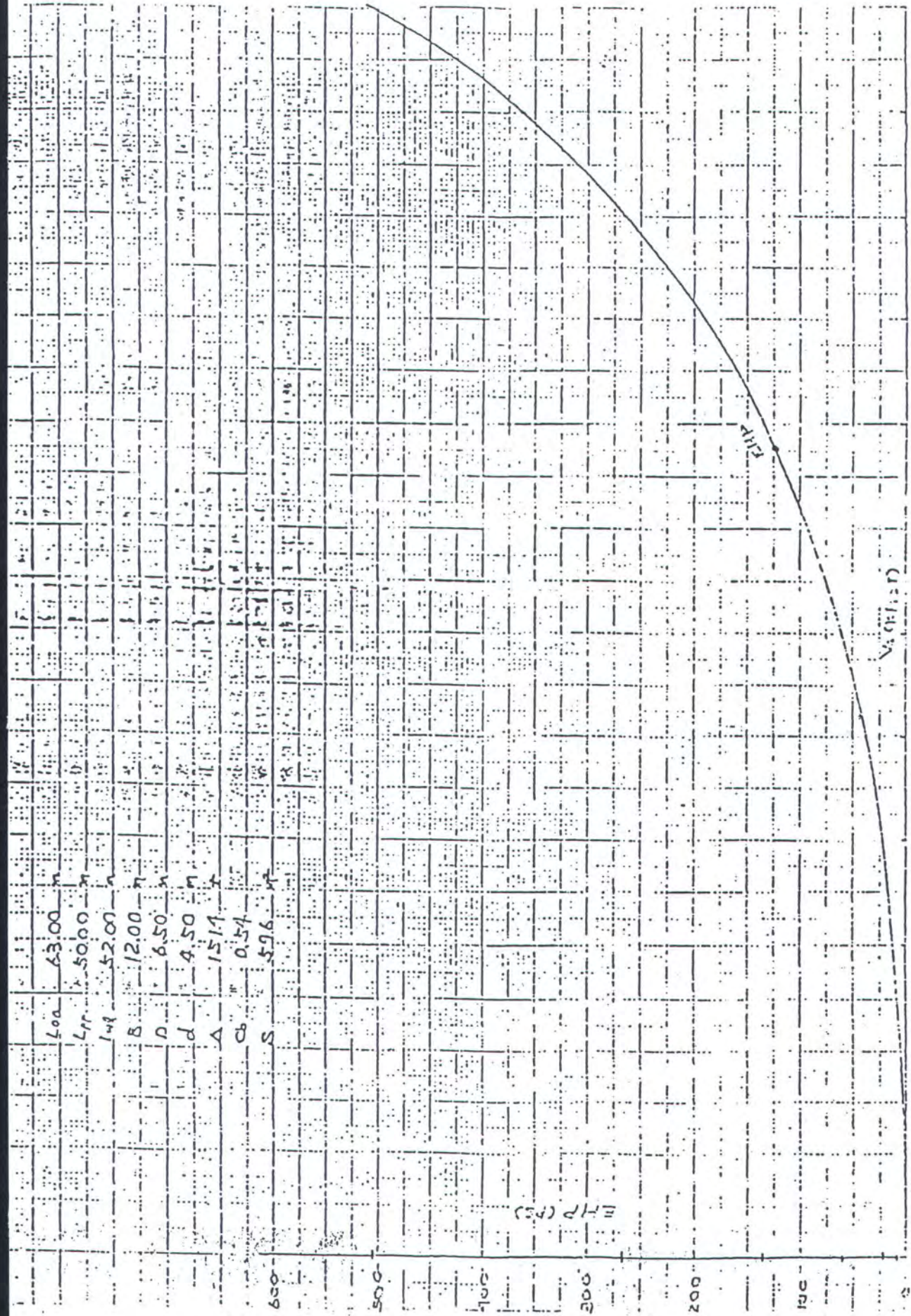
A0 = PA1 \* D<sup>\*2</sup> / 4 (M<sup>\*2</sup>)

EAR = (AP / A0) / (1.067 - 0.229 \* P / D)  
 = 0.159

## 2) EGGERT'S METHOD

NC =  $(38.1 * X/D) * SQRT((10+I) * (1+4EM) / (ALPHA+C) / K)$   
 = 19.24 \* SQRT(12.50 \* 1.855 / 0.0573 / 1.038)

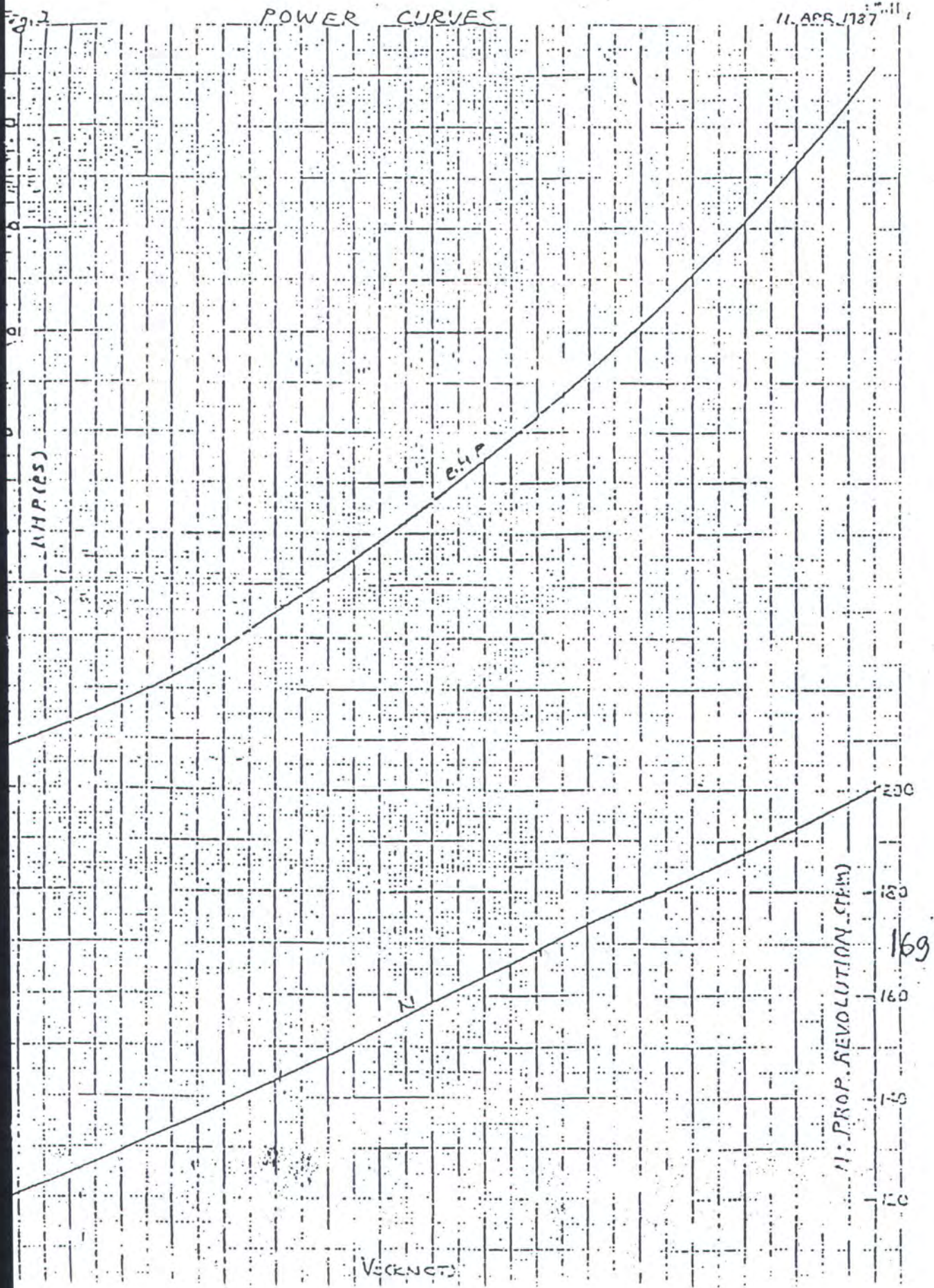






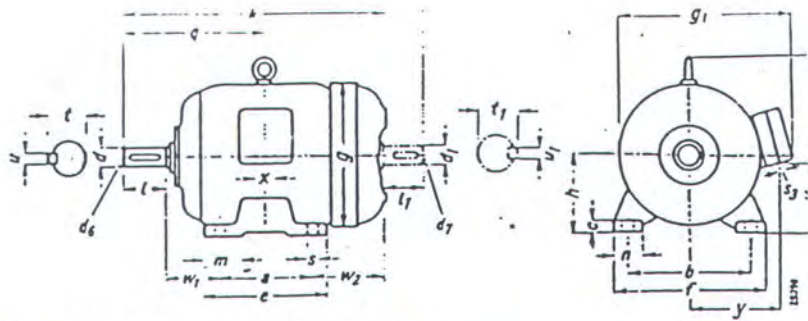
84 9-757  
11 APR 1987

# POWER CURVES





## APPENDIX D



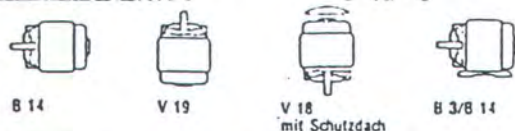
Maße in Millimetern. Toleranzangaben und verbindliche Abmessungen siehe Seite 2/31.

Für Motor			Maßbezeichnung nach																							
Bau- größe	Typ	Pol- zahl	DIN IEC	a B	b A	c	e	f	g	h H	k	l	m	n	p	q	s	s <sub>1</sub>	v	w <sub>C</sub>	w <sub>1</sub>	x	y			
180 M 180 L	1MA4 183 1MA4 186	2; 4 4... 8		241 279	279	26	301 339	339	340	470	180	455 490	754 794	75	60	410	352 371	16	Pg 21	145	121	174	48	255		
200 L	1MA4 206 1MA4 207	2; 4 2... 8		305	318	34	385	378	410	540	200	745	843	95	80	460	396	20	Pg 29	175	133	185	60	285		
225 S 225 M	1MA4 220 1MA4 223	4; 8 2... 8		284 311	354	34	366 391	436	460	585	225	795 790 820	876 851 921	95	80	520	432 415 445	20	Pg 29	210	149	211	60	310		
250 M	1MA4 253	2... 8		349	404	42	449	506	500	620	250	890	975	120	100	560	483	25	Pg 42	180	148	208	70	370		
280 S 280 M	1MA4 280 1MA4 283	2 2... 8		348 419	457	42	448 519	557	550	735	300	995 1045	1073 1102 1124 1154	120	100	635	514 540	25	Pg 42	215	190	245	70	405		
315 S 315 M	1MA4 310 1MA4 313	2 2... 8		404 457	508	52	524 577	628	610	820	315	1090 1120 1140 1170	1193 1223 1244 1274	145	120	700	559 589 585 615	30	Pg 48	245	216	291	80	450		
355/1 355/2	1MA4 351 353	6... 8 2... 8		419	544	52	539	704	708	904	355	1225 1205 1225 1295 1315	1316 1266 1316 1375 1405	145	120	795	634 604 634 648 678	30	Pg 48	295	254	333	80	490		
400/1 400/2	1MA4 403 1MA4 405	2 2... 8		485 610	684	62	633	836	796	1045	400	1415 1405 1540 1530	a. Anfr. 1523 a. Anfr. 1650	180	150	895	668 738 731 801	36	M 72	310	286	374	90	565		

Für Motor			Maßbezeichnung nach AS-Wellenende										BS-Wellenende				
Bau- größe	Typ	Pol- zahl	DIN IEC	d D	l E	l	u	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	u <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>
180 M 180 L	1MA4 183 1MA4 186	2; 4 4...8		48	110	51,5	14	M 16	48	110	51,5	14	M 16				
200 L	1MA4 206 1MA4 207	2 2...8		55	110	59	16	M 20	48 55 48 55	110	51,5 59 51,5 59	14 16 14 16	M 16 M 20 M 16 M 20				
225 S 225 M	1MA4 220 1MA4 223	4; 8 2...8		60 55 60	140 110 140	64 59 64	18 16 18	M 20	55 48 55	110	59 51,5 59	16 14 16	M 20 M 16 M 20				
250 M	1MA4 253	2...8		60 65	140	64 69	18	M 20	55	110	59	16	M 20				
280 S 280 M	1MA4 280 1MA4 283	2 2...8		65 75 65 75	140	69 79,5 69 79,5	18 20 18 20	M 20	55 60 55 60	110 140 110 140	59 64 59 64	16 18 14 18	M 20				
315 S 315 M	1MA4 310 1MA4 313	2 2...8		65 80 65 80	140 170 140 170	69 85 69 85	18 22 18 22	M 20	60 65 60 65	140	64 69 64 69	18	M 20				
355/1 355/2	1MA4 351 1MA4 353	6...8 2...8		90 70 90 70 90	170 140 170 140 170	95 74,5 95 74,5 95	25 20 25 20 25	M 24 M 20 M 24 M 20 M 24	75 65 75 65 75	140	79,5 69 79,5 69 79,5	20 18 20 18 20	M 20				
400/1 400/2	1MA4 403 1MA4 405	2 2...8		75 100	140 210	79,5 106	20 28	M 20 M 24	auf Anfrage 85	170	90	22	M 20				

über die Schraubentöpfe gemessen; Motor sitzt nicht mit der Haube auf.  
ab Baugröße 355/1 mit Gußlülthaube.





Flansch-  
größe Bauform-Kennziffer (letzte Stelle der Bestell-Nr.) ..... □

#### Flansch

C 90	2	2	9	7
C 105			Bauform	
C 120			und	
C 140			Flansch-	
C 160			größe	
C 180			zusätzlich	
C 200			angeben	

#### Dem Flansch

C 120	3	3	9	9
C 140			Bauform	
C 160			und	
C 180			Flansch-	
C 200			größe	
C 220			zusätzlich	
C 240			angeben	

#### Andere Ausführungen

In den Auswahltabellen genannte Bestell-Nr. ist außer den Kennziffern für Spannung und Bauform ein „Z“ anzuhängen. In der Tabelle aufgeführte Bestellangaben zusätzlich anzugeben. Bei Bestellung mehrerer Besonderer Ausführungen Bestellangaben additiv anzugeben (Reihenfolge beliebig)

	Bestell-Nr.	Bestell-Kennzeichen für besondere Ausführungen „Z“
Isolierstoffklasse F	1MA3 C50 bis 1MA4 405	Zusätzliche Bestellangabe Isolierstoffklasse F: zusätzlich gewünschte Leistung. KT ... °C (auf 5 °C aufrunden) bzw. AH .... m über NN (auf 500 m aufrunden) angeben
mit Temperaturfühler für Warnung 10° Abschaltung Temperaturfühler für Warnung und Abschaltung	1MA3 C50 bis 1MA4 405 (1MA3 C50 bis 1MA3 C55 auf Anfrage)	A10 A11 A12
Klemmenkasten um 180° 90° oder 180°	1MA3 C50 bis 1MA3 C55 1MA3 C50 bis 1MA4 405	z. B. Drehen des Klemmenkastens um 90° Einführung von AS oder BS; bei senkrechten Bauformen von links oder rechts.
links	1MA3 C50 bis 1MA4 405	K10
Kabelstutzen	1MA4 255 bis 1MA4 405	vergießbarer Kabelstutzen
Klemmenkasten	1MA3 C50 bis 1MA4 405	K15
normales Wellenende	1MA3 C50 bis 1MA4 405	K16
Ring auf AS	1MA3 C50 bis 1MA3 155	K17
an als RAL 7030 bei Normalanstrich nicht in Farbe RAL 7030	1MA4 185 bis 1MA4 405	Normalanstrich in RAL .... K26
nicht in anderen Farben	1MA3 C50 bis 1MA4 405	Sonderanstrich in RAL ....

#### Beispiel:

geschützter Drehstrommotor (Ex) e G 4 - IP 44,  
2,4 kW, KL 16,  
Hz, für direktes Einschalten  
B 14 mit großem Flansch C 200

Bestell-Nr. 1MA3 113 - 4CA..  
Spannungs-Kennziffer ..... 1..  
Bauform-Kennziffer ..... 9  
B 3/B 14, Flansch C 200

Ausführungen  
links

Kennzeichen ..... - Z  
Bestellangabe K10

Bei Bestellung angeben: 1MA3 113 - 4CA19 - Z  
B 3/B 14, Flansch C 200  
K10

1MA4 405 - 2AD... bei Zündgruppe G 2 ist Isolierstoffklasse F Normalausführung

Als Auslösegerät siehe Katalog NS 1, Ab Baugröße 180 ist bei 320 V Δ/660 V Y Anfrage erforderlich. Bei polumschaltbaren Motoren mit zwei  
Ausführungen ist die doppelte Anzahl von Temperaturfühlern erforderlich.

Ab Baugröße 180 M in senkrechten Bauformen ist für Ausführung mit zweitem Wellenende Anfrage erforderlich.



ormale Spannungen und / oder Frequenzen (siehe auch Seite 3/2)

ren	normale Wicklung (Vorletzte Stelle der Bestell-Nr.) ..... □
40 bis 1MA4 405	9 Spannung, Frequenz, Einschaltart, Nennleistung, anormale Wicklung zusätzlich angeben

### Beispiel:

chter Motor:

onsgeschützter Drehstrommotor, Ausführung (Ex)e,

uppe G 1, IP 44,

min, 68 kW, KL 10, 420 VΔ, 50 Hz, für YΔ - Anlassen, Bauform B 5

ghlter Motor gemäß Auswahltable:

onsgeschützter Drehstrommotor (Ex)e G 1, IP 44,

min, 68 kW, KL 10,

50 Hz, für YΔ - Anlassen

B 5

Bestell-Nr.	1MA4 280 - 4AC ..
Spannungs-Kennziffer	..... 9.
	420 VΔ, 50 Hz, YΔ-Anlassen, 68 kW, anormale Wicklung
Bauform-Kennziffer	..... 1
Bei Bestellung angeben:	1MA4 280 - 4AC91
	420 VΔ, 50 Hz, YΔ-Anlassen, 68 kW, anormale Wicklung

ormen nach DIN 42 950, Flanschausführung nach DIN 42 948

den Auswahltableen aufgeführte Bestell-Nr. ist entsprechend nachstehender Tabelle durch die Bauform-Kennziffer zu er-  
n. Bei Bauform-Kennziffer „9“ ist die gewünschte Bauform zusätzlich anzugeben.

### Beispiel:









onsgeschützter Drehstrommotor (Ex)e G 4 - IP 44,





n, 5,7 kW, KL 13

50 Hz, direktes Einschalten

B 9

Bestell-Nr.	1MA3 166 - 8CB ..
Spannungs-Kennziffer	..... 1.
Bauform-Kennziffer	..... 5
Bei Bestellung angeben:	1MA3 166 - 8CB15

en								
	B 3	B 6	B 7	B 8	V 6	B 9	V 5 mit Schutzdach	V 8 mit Schutzdach
	Bauform-Kennziffer (letzte Stelle der Bestell-Nr.) ..... □							
0 bis 1MA3 166	0	0	0	0	0	5	9	9
5 bis 1MA4 313	0	9	9	9	9	9	9	9
1 bis 1MA4 405	0	—	—	—	—	—	—	—

				
	B 5	V 1 mit Schutzdach	V 3	B 3/B 5
	Bauform-Kennziffer (letzte Stelle der Bestell-Nr.) ..... □			
0 bis 1MA3 166	1	4	1	4
5 bis 1MA4 313	1	4	9	4
1 bis 1MA4 405	—	4	—	—

chte Bauform zusätzlich angeben.

es siehe Abschnitt „Bauform“.

gröÙe 112 bis 160 können die Motoren mit zweiter Ringschraube geliefert werden. Kennzeichen für Besondere Ausführungen „Z“; mit zweiter Ring-  
be“ zusätzlich angeben.

ie Motoren auf Anfrage.

ndbefestigung Seite 2/7 beachten.



**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN – ITS**  
**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN**

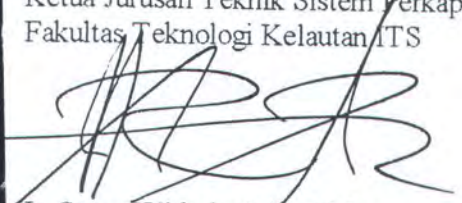
KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLILO SURABAYA 60111  
TELP 5994754, 5994251 – 55 PES 1102 FAX 5994754

**SURAT KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir KS 1701**

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada jurusan teknik sistem perkapalan fakultas teknologi kelautan ITS, maka perlu diterbitkan surat keputusan pengerjaan tugas akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut dibawah ini untuk mengerjakan tugas sesuai dengan judul dan ruang lingkup bahasan yang telah di tentukan.

Nama Mahasiswa : Titik rus tantin  
NRP : 4298 109 005  
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Sardono Sarwito, M.Sc  
2. Eddy Setyo , ST, M.Sc  
Tanggal Diberikan Tugas :  
Tanggal Diselesaikan Tugas :  
Judul Tugas Akhir : Analisa Sistem Propulsi Berpenggerak Motor Listrik Pada Kapal Kelas Maruta Jaya 900 dwt.

Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan ITS

  
Ir. Suryo Widodo Adji, M.Sc  
NIP 131. 879. 390

Yang menerima tugas :

Mahasiswa



Titik rus tantin  
NRP 4298 109 005

Dosen Pembimbing II



Eddy Setyo k, ST, M.Sc  
NIP 132.133.978

Dosen pembimbing I



Ir. Sardono Sarwito, M.Sc  
NIP 131.651.255



# FORMULIR PENDAFTARAN

## PRESENTASI INTERIM TUGAS AKHIR (P2) SEMESTER GASAL T.A. 2004/2005

Nama : Titik rus tantin  
NRP : 4298.109.005  
Judul Tugas Akhir : Analisa . Sistem propulsi Berpenggerak motor listrik  
pd Kapal Klas Maruta Jaya 900 Dwt .

Dosen Pembimbing 1 : Ir. Sardono Sarwito . MSc.  
2 : Eddy Setyo ST. MSc .

Periode Presentasi Proposal (P1) :

- (\*) Ganjil 2004/2005 (Semester Semarang)
- ( ) Genap 2003/2004
- ( ) Ganjil 2003/2004

\*) Contreng pada pilihan anda

Surabaya, 2. Desember 2004



(Nama Terang)

Titik rustantin .

Lampiran yang harus disertakan:

1. SK Tugas Akhir
  2. Hasil presentasi terakhir (P1/P2 terakhir)
- Isi formulir dengan huruf balok (tidak perlu diketik ulang)
  - Formulir ini dikumpulkan di Sekertariat Jurusan (Mas Setiadi/Mbak Ira) paling lambat tanggal 6 Desember 2004 jam 18.00
  - Apabila tidak mengikuti P2, otomatis judul akan tercoret dan harus mengganti dengan judul baru (mengikuti kembali presentasi proposal)



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**

Gedung WA Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya, Telp. 5994251-5 Ext. 1100-1103, Fax. 5994754  
re\_its@surabaya.wasantara.net.id. jtsp@its.ac.id

Nomor : 52 / KO3.4.3/LL/04.  
Lampiran : -  
Perihal : Permohonan mencari data  
Untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

20 Desember 2004.

Kepada : Yth. Divisi Teknik Dan Teknologi  
PT. PAL INDONESIA (PERSERO)  
Ujung – Surabaya.

Memperhatikan kepentingan mahasiswa untuk menyelesaikan Tugas Akhir dan sesuai dengan kurikulum yang ada di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FT. Kelautan ITS, dengan ini kami mohon dengan hormat agar mahasiswa berikut ini :

Nama : Titik Rus Tantin  
NRP. : 4298 109 005

Diperkenankan mencari data-data di Instansi yang Bapak pimpin untuk menyelesaikan Tugas Akhir tersebut.

Adapun data-data yang diperlukan adalah sbb. :

- lines plan
- TRU
- Data kapal Maruta Jaya

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



Winodo Adji, M.Sc.  
NIP. 131 879 390.

Nama

Titik Rusfanta.

NRP

4208 109 005.

Judul Tugas Akhir

Analisis System Propulsi Berujung  
Motor listrik pada kapal kelas motor jaya  
SDWT.

Hasil Evaluasi Presentasi Proposal \*)

1. Proposal diterima tanpa perbaikan
2. Proposal diterima dengan perbaikan
3. Proposal ditolak

Bidang Studi yang di Rekomendasikan \*)

1. Marine Machinery And Systems (MMS)
2. Marine Power Plant (MPP)
3. Marine Manufacturing and Design (MMD)
4. Marine Electrical and Automatical System (MEAS)
5. Marine Reliability, Availability and Management (RAM)

Dosen Pembimbing yang direkomendasikan \*\*)

- 1.
- 2.

Catatan Perbaikan :

Perbaiki. Judul, isi, tujuan Subtungi Dren  
Penting.

) lingkari pada nomor yang dimaksud

\*) keputusan akhir mengenai dosen pembimbing ada pada koordinator bidang

Koordinator Ruang

